NAT
5084

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

123

Exchange

October 5, 1908 – November 1, 1909

123

Mitteilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1907

Nr. 1629-1664.

Redaktion: J. H. GRAF.

BERN
Druck und Verlag von K. J. Wyss
1908.

Verlag von K. J. WYSS in Bern.

Bibliographie der schweizerischen Landeskunde.

Unter Mitwirkung der hohen Bundesbehörden, eidgen. und kant. Amtsstellen und zahlreicher Gelehrter

herausgegeben von der

Centralkommission für schweizerische Landeskunde.

Bis jetzt erschienen:

Fascikel Ia: *Bibliographische Vorarbeiten der landeskundlichen Litteratur und Kataloge der Bibliotheken der Schweiz.* Zusammengestellt von Prof. Dr. J. H. Graf. Bern 1894. 69 Seiten 8°. Preis Fr. 1.—

Fascikel I b, enthaltend: *Bibliographie der Gesellschaftsschriften, Zeitungen und Kalender der Schweiz,* von Prof. J. L. Brandstetter in Luzern. 380 Seiten. Preis Fr. 3.—

Fascikel II a: *Landesvermessung und Karten der Schweiz, ihrer Landstriche und Kantone.* Herausgegeben vom eidgen. topographischen Bureau. Redigirt von Prof. Dr. J. H. Graf. Bern 1892. 193 Seiten 8°. Preis Fr. 3.—

Fascikel II b: *Karten kleinerer Gebiete der Schweiz.* Herausgegeben vom eidg. topograph. Bureau. Redigirt von Prof. Dr. J. H. Graf, Bern 1892. 164 Seiten 8°. Preis Fr. 3.—

Fascikel II c: *Stadt- und Ortschaftspläne, Reliefs und Panoramen der Schweiz.* Herausgegeben vom eidg. topograph. Bureau. Redigirt von Prof. Dr. J. H. Graf. Bern 1893. 173 Seiten 8°. Preis Fr. 3.—

Fascikel II d, enthaltend: *Generalregister, Ergänzungen und Nachträge zu den Fascikeln II a—c* (Landesvermessung, Kataloge der Kartensammlungen, Karten, Reliefs und Panoramen). Im Auftrage des eidgen. topograph. Bureaus redigirt von Prof. Dr. J. H. Graf. 220 Seiten 8°. Preis Fr. 3.—

Fascikel III: *Landes- und Reisebeschreibungen.* Ein Beitrag zur Bibliographie der schweizer. Reiselitteratur, 1479—1890. Zusammengestellt von A. Wäber, Bern. 462 Seiten 8°. Preis Fr. 4.—

Fascikel IV 3: *Balneologie und Climatotherapie.* Versuch einer schweiz. Bibliographie der Litteratur auf den Gebieten des Badewesens, der Heilquellen, der climaterischen Kurorte u. s. w. Von B. Reber in Genf. 130 Seiten 8°. Preis Fr. 2.—

Fascikel IV 6: *Die Fauna der italienischen Schweiz.* Redigirt von Prof. Dr. A. Lenticchia. Como 1894. 19 Seiten 8°. Preis 50 Cts.

Fascikel IV 6: *Fauna helvetica:* Heft 2: Seenfauna. Zusammengestellt von Prof. D. F. Zschokke. Bern 1897. 30 Seiten. 60 Cts.

Fascikel IV6: *Fauna helvetica.* Heft 3: Säugethiere. Zusammengestellt von Dr. H. Fischer-Sigwart. Bern 1900. 119 Seiten. Fr. 2.—

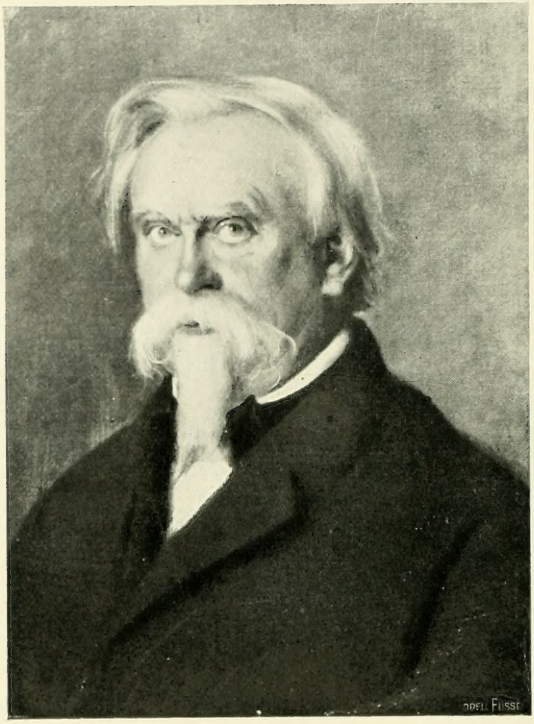
Fascikel IV 6: *Fauna helvetica.* Heft 4: Vögel. Zusammengestellt von Prof. Dr. Theophil Studer. Bern 1895. 57 Seiten 8°. Preis Fr. 1.—

Fascikel IV6: *Fauna helvetica.* Heft 5: Reptilien und Amphibien. Zusammengestellt von Dr. H. Fischer. 39 Seiten 8°. Preis Fr. 1.—

Fascikel IV6: *Fauna helvetica.* Heft 5*b*: Fische. Zusammengestellt von Dr. H. Fischer-Sigwart. Bern 1900. 99 Seiten. Preis Fr. 1.50

Fascikel IV 6: *Fauna helvetica.* Heft 6: Mollusken. Zusammengestellt von Prof. Dr. Th. Studer, Dr. G. Amstein und Dr. A. Brot. Preis 60 Cts.

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlags.)



Prof. Dr. Georg Joseph Sidler

(1831—1907)

Mitteilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1907.

Nr. 1629-1664.

Redaktion: J. H. GRAF.

BERN
Druck und Verlag von K. J. Wyss
1908

Jahresbericht

über die

Tätigkeit der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

im Vereinsjahr 1906/1907.

Hochgeehrte Herren!

Das abgelaufene Vereinsjahr hat einen erfreulichen Verlauf genommen, sowohl was Zahl der Sitzungen, als auch Besucherzahl und Mannigfaltigkeit der behandelten Gebiete betrifft.

In den 14 Sitzungen haben sich folgende Herren durch Vorträge oder kleinere Mitteilungen beteiligt: Baltzer (1), Bürgi (1), Dutoit (1), Einstein (1), Fischer (3), Gerber (1), Graf (1), Rob. Huber (1), Rud. Huber (1), König (2), Kronecker (1), Pillichody (1), Ries (1), Rytz (1), Schaffer (2), Schardt (Neuchâtel) (1), Schneider (1), Stäger (1), Strasser (1), Th. Studer (5), Wiedmer (1). Diese Mitteilungen verteilen sich auf folgende Gebiete: Botanik (7), Physik (4), Zoologie (4), Chemie, incl. Lebensmittelchemie (3), Physiologie (3), Geologie (3), Prähistorie (2), Geographie (1), Anatomie (1), Geschichte der Mathematik (1).

Die auswärtige Sitzung wurde am 10. Juni 1906 in Murten abgehalten, wobei Delegationen der naturforschenden Gesellschaften von Neuenburg und Freiburg zum Gelingen der Versammlung wesentlich beitrugen. Als passende Themata wurden behandelt: von Prof. Schardt aus Neuenburg «Die Entstehung der drei Juraseen, Neuenburger-, Bieler- und Murtensee» und von Prof. Ed. Fischer aus Bern «Die rote Seeblüte (Burgunderblut) des Murtensees». Der Nachmittag wurde der Besichtigung der römischen Altertümer und des Museums in Avenches gewidmet.

Die letzte Sitzung, vom 20. April 1907, wurde dem besonderen Andenken des vor 200 Jahren geborenen Mathematikers Leonhard Euler gewidmet.

In der Sitzung vom 27. Oktober 1906 hatte unsere Gesellschaft die Freude, Herrn Prof. Dr. E. Göldi, Direktor des Museums in Parà, zu ihrem korrespondierenden Mitgliede zu ernennen.

Auf Anregung der «Schweizerischen Naturschutzkommission» wurde am 24. November 1906 eine «kantonal-bernische Naturschutzkommission» ernannt, die sich bald darauf ergänzte und konstituierte. Sie besteht aus den Herren Oberst L. v. Tscharner, Präsident; F. Schönenberger, Sekretär; Dr. Coaz, Prof. Th. Studer, Prof. Ed. Fischer, Prof. A. Baltzer, Direktor

J. Wiedmer. Diese Kommission hat ihre Tätigkeit bereits begonnen durch Publikation geeigneter Zeitungsartikel. Wir wünschen lebhaft, dass es ihr gelingen mag, noch manche bedrohte Naturschönheit zu retten und zu erhalten.

Der Vorstand erledigte in einigen Sitzungen die laufenden Geschäfte.

Für 1907/08 wurde Herr Professor D. Schaffer zum Präsidenten und Herr Prof. Dr. Th. Studer zum Vizepräsidenten gewählt.

Der abtretende Präsident:

Prof. Dr. **P. Gruner.**

Sitzungs-Berichte.

1033. Sitzung vom 12. Januar 1907.

Abends 8 Uhr im Storchen.

Vorsitzender: Herr P. Gruner. Anwesend: 18 Mitglieder und Gäste.

1. Herr **Th. Studer** spricht „**Ueber einen bei Reichenhall im Salzburgischen gefundenen grossen Hundeschädel aus der Bronzezeit.**“

   Siehe die Abhandlungen dieses Bandes.
2. **Derselbe** berichtet über neue Beobachtungen bezüglich **Stellung der Stosszähne und Behaarung des Mammut.**

   (Siehe E. Pfizenmayer: Beitrag zur Morphologie des Elephas primigenius. Verhandlung der kaiserl. mineralog. Gesellsch. St. Petersburg Bd. 43.)
3. **Derselbe** bringt eine Mitteilung über ein projektiertes Denkmal für Lamarck und erklärt sich bereit zur Uebernahme allfälliger Beiträge für dasselbe.
4. Herr **A. Pillichody** spricht „**Ueber die Erscheinungen der Trockenperiode im Sommer und Herbst 1906 in den Bassin des Doubs.**“ (Lac de Brenets.)

1034. Sitzung vom 26. Januar 1907.

Abends 8 Uhr im städtischen Gymnasium.

Vorsitzender: Herr P. Gruner. Anwesend 31 Mitglieder und Gäste.

1. Herr **E. König** demonstriert eine Oel-Luftpumpe, System Geryk. Dieselbe zeichnet sich aus durch grosse Leistungsfähigkeit, sehr geringen Kraftverbrauch, stete Gebrauchsfähigkeit und fast unverwüstliche Dauerhaftigkeit. Das erreichbare Vacuum beträgt 0,02 $^{m}/_{m}$ bezw. 0.0002 $^{m}/_{m}$ Quecksilberdruck bei Parallel- bezw. Hintereinanderschaltung der beiden Cylinder. Die Leistungsfähigkeit wurde nachgewiesen durch die Stufenfolge der Lichtphänomene bei elektrischen Entladungen in einem luftverdünnten Raume. Der herrschende Druck wurde zuweilen gemessen mit einem Manometer nach Mac Leod-Reiff. (Autoreferat.)
2. **Derselbe** bespricht an Hand von Lichtbildern „**Die wichtigsten Messapparate des internationalen Bureaus für Mass und Gewicht in Sèvres bei Paris.**“

   Das genannte Institut empfängt die Direktive für seine Arbeiten durch ein internationales Komite von 14 Mitgliedern, welches seiner-

seits wieder unter der Oberaufsicht der Generalkonferenz steht, deren Mitglieder, abgeordnet von den Staaten, welche der Meterkonvention vom Jahre 1875 beigetreten sind, sich alle sechs Jahre in Paris versammeln.

Das internationale Bureau befasst sich hauptsächlich mit der Herstellung und periodischen Vergleichung und Kontrolle des nationalen Prototyps der Vertragsstaaten und verfügt zu diesem Zweck über die feinsten Präzisionsinstrumente. Wer unsere Masse und Gewichte nur vom täglichen Gebrauch her kennt, der wurde durch den Vortrag belehrt, dass der Ausdruck «haargenau» einen ganz groben Begriff bezeichnet, und dass es sich bei den Arbeiten zur Vergleichung der nationalen Urmasse um Fehlergrenzen handelt, welche Bruchteile von Tausendstelmillimetern, Hundertstelmilligramm und Tausendstelgrad Celsius nicht übersteigen. (Autoreferat.)

1035. Sitzung vom 9. Februar 1907.

Abends 8 Uhr im Storchen.

Vorsitzender: Herr P. Gruner. Anwesend: 41 Mitglieder und Gäste.

1. Herr **Kronecker** spricht über „**Neuere Forschungen über die Herzphysiologie.**“
2. Herr **Ries** spricht über „**Neue Anschauungen über die Natur der Astrosphären beim Befruchtungs- und Teilungsprozess.**“ (Siehe die Abhandlungen dieses Bandes.)

1036. Sitzung vom 23. Februar 1907.

Abends 8 Uhr in Storchen.

Vorsitzender: Herr P. Gruner. Anwesend: 31 Mitglieder und Gäste.

1. Herr **Robert Huber** spricht an Hand zahlreicher grosser Tafelbilder über „**Die Verwertung des Luftstickstoffs für Industrie und Landwirtschaft..**“ (Siehe wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht des städtischen Gymnasiums Bern Frühjahr 1908.)

1037. Sitzung vom 9. März 1907.

Abends 8 Uhr im Storchen.

Vorsitzender: Herr P. Gruner. Anwesend: 42 Mitglieder und Gäste.

1. **Die** kantonale **Kommission für Naturschutz** (siehe Protokoll vom 24. November 1906) hat sich konstituiert. Präsident derselben ist Oberst L. v. Tscharner, Sekretär Herr F. Schönenberger, Oberforstadjunkt.
2. Herr **Ed. Fischer** spricht über „**Der Entwicklungsgang der Rostpilze und die Entstehung neuer Arten im Pflanzenreich.**“
3. Herr **F. Schaffer** spricht über „**Neuerungen in künstlicher Butterfärbung.**“

1038. Sitzung vom 23. März 1907.

Abends 8 Uhr im Storchen.

Vorsitzender: Herr Ed. Fischer. Anwesend: 20 Mitglieder und Gäste.

1. Herr **A Einstein** spricht **„Ueber die Natur der Bewegungen mikroskopisch kleiner, in Flüssigkeiten suspendierter Teilchen.“**

Mikroskopisch kleine, in Flüssigkeiten suspendierte leblose Teilchen (z. B. von der Grössenordnung 0,001 mm Durchmesser) führen unregelmässige Bewegungen aus, welche desto lebhafter sind, je kleiner der Teilchendurchmesser und die Viskosität der Flüssigkeit und je höher die Temperatur ist (Brown'sche Bewegung). Nach kurzer Darlegung verschiedener Erklärungsversuche wird vom Vortragenden mit Hilfe der kinetischen Theorie der Wärme auf elementarem Wege eine einfache Formel für die von den Teilchen zurückgelegten Wegstrecken abgeleitet. (Autoreferat.)

Weiteres darüber siehe: Ann. d. Physik 4. 17 1905, pag. 549.
Ann. d. Physik 4. 19. 1906, pag. 371.

2. Herr **W. Rytz** spricht über **„Beiträge zur Kientaler-Pilzflora.“** (Siehe die Abhandlungen dieses Bandes.)

1039. Sitzung vom 6. April 1907.

Abends 8 Uhr im Storchen.

Vorsitzender: Herr F. Schaffer. Anwesend: 24 Mitglieder und Gäste.

1. Herr **O. Schneider-Orelli** spricht **„Ueber den Einfluss von Verwundungen auf die pflanzliche Atmung.“**

Viele lebenskräftige Pflanzen reagieren auf Verletzungen in recht auffälliger Art und Weise. So überwallen z. B. Stammwunden und Veredelungsstellen dank einer energischen Callusbildung; aus dem gleichen Grunde heilen beschädigte Wurzeln verhältnismässig rasch aus.

Selbst isolierte Pflanzenteile erzeugen in vielen Fällen ein charakteristisches Wundgewebe und schützen dadurch ihre Wundflächen vor Vertrocknen oder Pilzinfektion. Derartige Neubildungen treten an zerschnittenen Kartoffelknollen besonders deutlich auf.

Damit soll aber nicht gesagt sein, dass sich die Wundreaktion immer nur in direkt sichtbaren Neubildungen äussert, vielmehr haben zahlreiche Experimente von Boehm, Stich und Richards bewiesen, dass durch die Verwundung auch die Atmung stark beeinflusst wird, indem letztere eine, wenn auch vorübergehende Steigerung erfährt. Da wir aber die Atmung ganz allgemein als Gradmesser für die Intensität der Lebenstätigkeit eines Organismus betrachten können, so heisst das mit andern Worten, dass durch leichtere Verletzungen überhaupt die Lebenstätigkeit der Pflanzen vorübergehend gesteigert wird, um das erstrebte Endziel, den Wundverschluss, herbeizuführen.

Die eigenen, noch nicht publizierten Versuche, beschäftigen sich in der Hauptsache mit der Wundreaktion verletzter Aepfel und Birnen. Sowohl die unreifen, als auch die völlig ausgereiften, selbst monatelang gelagerten Früchte reagieren auf künstlich beigebrachte Verletzungen durch eine bedeutende Atmungssteigerung.

Während aber die jungen Aepfel und Birnen die Wunden durch Erzeugung eines Wundgewebes auszuheilen vermögen, wie wir dies z. B. an Insekten-Frasstellen deutlich sehen, sind die reifen, ausgewachsenen Früchte keiner derartigen Neubildung mehr fähig.

In diesem letztern Falle wird, wie die Versuche zeigen, durch den traumatischen Eingriff wohl die Lebenstätigkeit des Protoplasmas noch gesteigert, aber die Fähigkeit, einen Wundverschluss herzustellen, ist verloren gegangen.

2. Herr **F. Schaffer** spricht über „**Geheimmittel zur Vermehrung der Leuchtkraft des Petroleums.**“

1040. Sitzung vom 20. April 1907.

Abends 8 Uhr im Storchen.

Vorsitzender: Herr P. Gruner. Anwesend: 28 Mitglieder und Gäste.

1. Für das Vereinsjahr 1907—1908 werden gewählt:
   a) als Präsident: Herr Prof. Dr. **F. Schaffer;**
   b) als Vicepräsident: Herr Prof. Dr. **Th. Studer.**
2. Herr **J. H. Graf** spricht über „**Der grosse Basler Mathematiker Leonhard Euler bei Anlass der Feier seines 200. Geburtstages.**“

1041. Sitzung vom 4. Mai 1907.

Abends 8 Uhr im botanischen Institut.

Vorsitzender: Herr P. Gruner. Anwesend: 46 Mitglieder und Gäste.

1. Der Vorsitzende erstattet Bericht über das abgelaufene Vereinsjahr.
2. Die Gesellschaft beschliesst, in der Frage des Protestes gegen die Matterhornbahn neutral zu bleiben.
3. Der Vorsitz geht über an den neuen Jahrespräsidenten Herrn F. Schaffer.
4. Herr **Ed. Fischer** spricht über „**Lyginodendron, eine Mittelform zwischen Farnen- und Samenpflanzen aus der Steinkohlenzeit.**“
   An den Vortrag schliesst sich die Demonstration der entsprechenden Dünnschliffe, deren wunderbarer Erhaltungszustand ein genaues Studium dieser Carbonpflanzen ermöglicht.
5. Es folgt die Besichtigung des neuen botanischen Instituts und der neuen Pflanzenhäuser, des Palmenhauses und des Kalthauses.

1042. Sitzung (auswärtige) vom 16. Juni 1907.

Morgens 11 Uhr im Bären in Utzenstorf.

Gemeinsam mit der Naturforschenden Gesellschaft von Solothurn.

Vorsitzender: Herr F. Schaffer. Anwesend: 37 Mitglieder und Gäste.

1. Herr Prof. **Künzli-Solothurn** spricht über „**Die Geologie des Weissensteintunnels.**“ (Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. Neue Folge XXI. Lieferung.)
2. Herr **J. H. Graf** spricht über „**Jakob Steiner von Utzenstorf als Mathematiker in Berlin, II. Teil.**“
3. Nach dem Mittagessen erfolgt ein Spaziergang nach Landshut und Besichtigung des Schlosses und Parkes daselbst.

1043. Sitzung vom 26. Oktober 1907.

Abends 8 Uhr im Storchen.

Vorsitzender: Herr F. Schaffer. Anwesend: 25 Mitglieder und Gäste.

1. Herr Bibliothekar **Th. Steck** berichtet, dass kürzlich eine Reihe Dubletten von auswärtigen Vereinspublikationen, die der Stadtbibliothek als Gegenleistung für die «Verhandlungen» der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und die «Mitteilungen» der Naturforschenden Gesellschaft Bern zugehen, ins Ausland verkauft worden sei. Er bringt die Anregung, man sollte in Zukunft den Eingang von Dubletten an die Stadtbibliothek, der nicht im Interesse unserer Gesellschaft liegt, dadurch zu umgehen suchen, dass die Tauschgesellschaften eingeladen werden, sie möchten sich für den Bezug entweder der «Verhandlungen» oder der «Mitteilungen» entschliessen, dafür aber nur ein Exemplar ihrer Publikationen einsenden. Die dadurch frei werdenden Exemplare unserer Publikationen könnten alsdann zur Anknüpfung neuer Tauschverbindungen verwendet werden. Nach lebhafter Diskussion wird beschlossen, die Frage sei einer Kommission, bestehend aus den Herren Th. Steck, A. Baltzer, Ed. Fischer, P. Gruner, Th. Studer, Kostanecky und W. Lindt zum Studium zu überweisen. Diese Kommission soll bei der Kommission der Stadtbibliothek dahin zu wirken suchen, dass:
   a) der Erlös aus den Dubletten, welche der Stadtbibliothek durch den Tauschverkehr der schweizerischen und bernischen Naturforschenden Gesellschaften zugehen, durchaus im Interesse der Naturwissenschaften verwendet werde. Bei Verteilung des Bibliothekkredites möchten die Naturwissenschaften mehr als bisher berücksichtigt werden;
   b) in Zukunft vor allfälligem Verkauf von Dubletten den hiesigen wissenschaftlichen Instituten das Vorkaufsrecht eingeräumt werde.
2. Herr **F. Nussbaum** spricht „**Ueber die Schotter im Seeland.**“ (Siehe die Abhandlungen dieses Bandes.)
3. Herr **B. Aeberhardt** spricht als Gegenreferent über dasselbe Thema. Siehe die Abhandlungen dieses Bandes.

1044. Sitzung vom 16. November 1907.

Abends 8 Uhr im pharmazeutischen Institut.

Vorsitzender: Herr F. Schaffer. Anwesend 24 Mitglieder.

1. Zu Ehren des kürzlich verstorbenen Herrn Prof. Dr. **Georg Sidler**, der seit dem Jahr 1856 unserer Gesellschaft angehörte, erhebt sich die Versammlung.
2. Herr **A. Tschirch** spricht über „**Die Entwicklung der Arzneipflanzenabbildung von Krateuas bis auf unsere Zeit.**“

   Die ältesten Nachrichten über Abbildungen von Arzneipflanzen — im Altertum und Mittelalter war jede Pflanze Arzneipflanze — führen zu Krateuas, Diocles und Metrodorus, den «Rhizotomen», deren Rhizotomica, wie Plinius berichtet, mit Abbildungen geschmückt waren. Diese Werke sind verloren gegangen. Die ältesten uns

erhalten gebliebenen Abbildungen sind die farbigen des Codex constantinopolitanus des Dioskurides z. Z. in Wien aus dem Jahre 512, dessen Faksimileausgabe der Vortragende vorlegte. (Sie ist das kostbarste pharmakognostische Werk (Preis Fr. 760) und vom schweizerischen Apothekerverein für seine Bibliothek in Bern angeschafft worden.) Die Abbildungen sind in der Mehrzahl recht ansprechend. Sie sind grösstenteils Copien z. T. wohl aus dem Krateuas, der noch im 16. Jahrhundert in Konstantinopel vorhanden war, denn sie zeigen nicht die Anzeichen einer primitiven Kunst, auch im grossen und ganzen gute Naturbeobachtung. Auf diesen Höhepunkt folgte ein Niedergang und der lateinische Codex longobardicus des Dioskurides aus dem X. Jahrhundert, der in München liegt, besitzt nur stümperhafte kleine farbige Abbildungen primitivster Art, die, zudem vielfach nach unmöglichen morphologischen Gesetzen stilisiert, aus der Initiale in den Text gerutscht zu sein scheinen — wie die vorgelegten Photographien zeigen. Nur wenig höher stehen die Abbildungen in einigen mittelalterlichen Arzneibüchern. Bis hieher reicht die erste Periode der Entwicklung, in der natürlich nur mit der Hand gezeichnete und mit der Hand gemalte Abbildungen möglich waren, da die Reproduktionstechniken noch nicht erfunden waren.

Sogleich an der Wiege des Buchdruckes und der Erfindung des Holzschnittes (ca. 1430) finden wir schon unter den Incunabeln ein Werk, das den Arzneipflanzen gewidmet ist, den ortus sanitatis, von dem der Vortragende — Dank den Bemühungen des ausgezeichneten Bibliothekars der Landesbibliothek Dr. Bernoulli — die 18 in der Schweiz vorhandenen Ausgaben studieren konnte. Die Abbildungen, von denen Proben vorgelegt wurden, sind stümperhaft, aber doch schon erheblich besser als im Codex longobardicus, die Kolorierung, dort wo vorhanden, schlecht.

Nun folgt die Glanzperiode der Entwicklung. Ganz plötzlich und unvermittelt erhebt sich zu Dürers Zeit um die Mitte des XVI. Jahrhunderts die Kunst der Illustrierung von Arzneipflanzenwerken zur höchsten Blüte. Die Abbildungen in den Werken des Brunfels († als Stadtarzt in Bern), Fuchs und Bock sind (wie die aus der Stadtbibliothek vorgelegten Werke zeigen) Meisterwerke in jeder Hinsicht; vorzüglich beobachtet, genau bis ins Detail und grösstenteils von vollendeter Schönheit in der Darstellung, besonders bei der Folioausgabe des Kräuterbuches von Fuchs. Sie rühren von den Malern Hans Weyditz (Brunfels), H. Füllmaurer, Alb. Meyer und V. R. Spekle (Fuchs), David Kaudel (Bock) her und können noch jedem modernen Werke zur Zierde gereichen.

Nun kommt wieder eine Zeit des Niederganges. Die buchhändlerische Spekulation bemächtigt sich der Sache und es erscheinen auf Spekulation gedruckte Werke mit zwar sehr zahlreichen aber keineswegs mehr vollendet schönen Holzschnitten (Tabernaemontanus), da meist alle auf eine Grösse gebracht sind. Erst als der um 1446 erfundene Kupferstich auch für Pflanzenabbildungen benutzt wird, hebt sich wieder das Niveau, doch sind selbst die Kupfer in Pomet's Histoire générale des Drogues (1694) noch ziemlich schlecht, besser die in den botanischen Werken (z. B. Rheede Hortus malabaricus) enthaltenen.

Neuen Aufschwung nimmt die Darstellung der Arzneipflanzen mit der Erfindung der Lithographie (1796) und der Chromolithographie (1828). Das beste neuere Werk dieser Periode ist Berg-Schmidt's Atlas der offizinellen Pflanzen, dessen Tafeln von C. F. Schmidt gezeichnet wurden.

Die letzte Periode ist durch das Eindringen der billigen photographischen Reproduktionsverfahren (Autotypie, Dreifarbendruck) auch in dies Gebiet charakterisiert. Jetzt vermag man selbst farbige Abbildungen auch in den Drucksatz einzusetzen. (Bonner Lehrbuch der Botanik.)

Es ist also nicht eine Entwicklung in einfach aufsteigender Linie, sondern eine Kurve mit mehreren Höhepunkten — ein Hin und Her, ein Auf und Nieder — was wir hier wie so oft in der Entwicklung der Kunst und Wissenschaft beobachten. Auf Perioden höchster Blüte folgen solche tiefsten Verfalls, allmähliches Ansteigen und plötzliches Abbrechen. (Autoreferat.)

3. Derselbe spricht über «**Die Stammpflanze des chinesischen Rhabarbers.**»

Der Vortragende hatte in seinem Werkchen „Der Rhabarber und seine Stammpflanze, Wien 1904" die Ansicht ausgesprochen, dass der chinesische Rhabarber nicht von einer Stammpflanze abstammen könne, sondern dass jedenfalls sowohl Rheum palmatum β tanguticum wie Rheum officinale — vielleicht auch noch eine dritte Art — den Rhabarber liefern werde.

Nachdem **Wilson's**, aus den östlich von Tibet liegenden Gebieten Chinas mitgebrachte, Pflanzen 1906 in Kew als Rheum officinale erkannt worden waren, liess sich der Vortragende Samen der ächten Rhabarberpflanze von Dr. **Tafel** aus dem Gebiete des Kuku-noor, im nördlichen China, senden. Dieselben wurden im Botanischen Garten zu Bern zum Keimen gebracht und ergaben ausnahmslos: Rheum palmatum β tanguticum.

Es ist somit erwiesen, dass der nördliche Rhabarber von Rheum palmatum, der südliche von Rh. officinale gesammelt wird. Da aber der gesammte Rhabarber in Hankow, am mittleren Yangtse, zusammenströmt, so stellt der Handelsrhabarber ein Gemisch der Rhizome beider Pflanzen dar, wie dies vom Vortragenden aus der morphologisch-anatomischen Untersuchung der Rhizome der Handelsware bereits abgeleitet worden war. (Autoreferat.)

4. Herr **R. Dick** demonstriert eine Reihe von in seinem Besitze sich befindenden Originalaquarellen, die der von I. D. Labram in Basel illustrierten und mit Text von Dr. Joh. Hegetschweiler versehenen Sammlung von Schweizerpflanzen als Grundlage gedient haben. Die künstlerisch fein ausgeführten Aquarelle stammen aus dem Nachlasse des Grossvaters von Dr. Dick, Herrn Dr. med. Münch in Basel, der mit Labram befreundet, im Anfange des vorigen Jahrhunderts in Basel gelebt hat. (Autoreferat.)

1045. Sitzung vom 23. November 1907.

Abends 8 Uhr im Storchen.

Vorsitzender: Herr F. Schaffer. Anwesend: 39 Mitglieder und Gäste.

1. Die Jahresrechnung pro 1906 wird nach Antrag der Rechnungsrevisoren genehmigt, unter bester Verdankung an den Rechnungssteller Herrn Kassier B. Studer-Steinhäuslin.

2. Herr **H. Kraemer** spricht «**Zur Lehre der Formenentstehung in der Haustierzucht.**»

In den biologischen Wissenschaften überhaupt, wie auch besonders in der Viehzucht, stehen wir heute auf dem Boden des Gedankens an die Entwicklung der Organismen, und betrachten als die treibenden Kräfte die Zuchtwahl und das Anpassungsvermögen an das umgebende Mittel. In der Tierzucht können wir mit unsern Augen wahrnehmen, wie vor allem Ernährungseinflüsse und mechanische Wirkungen durch Uebung der Organe allmähliche Veränderungen bedingen.

Der Referent spricht von Darwin's, Nathusius, Nehrings, Noack's, Cornevin's und Dürst's Arbeiten, die Formveränderungen der Tiere durch Domestikation infolge von veränderten Ernährungs- und Bewegungseinflüssen bewiesen haben, und sodann von eigenen, jahrelangen Studien über Skelettentwicklung insbesondere an Pferden. Es ist ihm durch dieselben gelungen, neben der mehr „systematischen" Arbeit der Zoologen in der Aufstellung von Varietäten und Typen im Formenkreise der Spezies, eine Aufklärung der Gründe der Entstehung von Urrassen unserer Haustiere zu schaffen, was dann eingehender im Hinblick auf die Pferde besprochen wird. In dem schweren Diluvialpferde Europa's, der Stammrasse aller heutigen Lastpferde, erkennen wir eine Anpassung an wald- und grasreiche Steppe; in den wilden Ponyformen des Diluviums eine Anpassung an Klima und Vegetation der Berge; in den schlanken, breitstirnigen Pferden der Bronzezeit den Vorfahren der orientalischen Pferde und damit auch des englischen Vollblutes, eine Anpassung an die Wüsten und Salzsteppen Hochasiens. Der Vortragende stützt seine Ansichten auf die Formen und die verschiedene Struktur der Knochen dieser hauptsächlichsten Stammrassen.

Bewegen sich bei den Haustieren die künstlichen Haltungseinflüsse im gleichen Sinne wie die natürliche Züchtung, so kann der Mensch in den von der Natur in grossen Linien vorgezeichneten Formen die Tiere noch besser modellieren und vervollkommnen, eventuell aber auch „unnatürliche" Bildungen mit dem Stempel des Pathologischen hervorrufen. Referent schildert sodann im Einzelnen die Einflüsse von Ernährung und Bewegung auf das Grössenwachstum der Tiere, das wir in gewissen Grenzen nach Belieben regeln können, und sodann auch die mechanischen Wirkungen, die durch verschiedene Fütterung und Bewegung auf den Bau des Skelettes, als der Grundlage aller Körperformen, sich geltend machen können. (Notwendigkeit der Entstehung der charakteristischen Formen der edlen Pferde gegenüber denen der schweren, der englischen frühreifen Rindvieh-Mastrassen gegenüber denen der einseitigen Milchleistung u. s. f.) (Autoreferat.)

3. Herr **P. Beck** spricht über «**Der diluviale Bergsturz von St. Beatenberg**».

Wohl die grössten und zahlreichsten Bergstürze gehören der Eiszeit und der ihr folgenden Periode an. Fluss- und Eiserosion erzeugten übersteile Böschungen. Wo noch der Gebirgsbau den Sturz begünstigte, da mussten Bergmassen ins Tal rutschen oder stürzen. Die Riesen unter ihnen, die Bergstürze von Flims, Siders, Glarus und Kandersteg, erregten die Aufmerksamkeit der Forscher sowohl durch die eigentümlichen Bodenformen des Ablagerungsgebietes, als auch durch die Nischen, die als Narben Charakterzüge der betroffenen Berge bilden. Ich erinnere dabei nur an den Fisistock bei Kandersteg. Die Bergstürze am Beatenberg waren bisher unbeachtet und unbekannt. Doch lohnt sich eine nähere Untersuchung gar wohl.

Zum bessern Verständnis überblicken wir kurz die Geologie der Umgebung, insbesondere ihre Tektonik. Klotzig hingeschobene Kalke der Kreidezeit bauen den Beatenberg auf. Sandsteine der Tertiärformation bedecken ihn dachförmig. Es sind die äussersten Schollen der alpinen Überfaltungsdecke, die wir als die helvetische bezeichnen. Zwischen Merligen und Ralligen sehen wir sie sowohl auf die Taveyannazgesteine der Basis, als auch auf die Molasse hinaufgeschoben. Längs des Sigriswilergrates und wahrscheinlich auch auf der Leimern nördlich des Sundgrabens zeugen Gesteine in der Klippenfacies vom frühern Vorhandensein einer noch höhern Überschiebungsmasse, der Klippendecke. Diese war aber während der letzten Phase der Gebirgsbildung schon zum grössten Teil abgetragen. Sie belastete die helvetischen Schichten nur wenig, und diese zerbarsten in grosse und kleine Schollen. Stellenweise erscheint der Beatenberg geradezu zerhackt. — Die Sieben Hengste verdanken ihre Entstehung Querverschiebungen. Der Chumelipass benutzt ein spaltenreiches Gebiet, um das hintere Justistal mit Habkern zu verbinden. — Eine bedeutende Vertikalverwerfung verursachte den Absturz der Felsmassen, welche zwischen Speicherberg und Büfel das Tal sperren und Anlass gaben zur Entstehung der Alluvialebene des hintern Justistales. Der Bärenpfad schafft hier Gelegenheit die Wandfluh zu ersteigen. Unebenheiten der Unterlage störten den Transport der Decken und liessen diese tektonischen Formen entstehen. Die Erscheinung erreicht die auffälligste Ausbildung im Faltensinken zum Thunersee. Auch dem Laien fallen die hellen Schrattenkalkwände auf, die mehr und mehr zur Nase absinken. Eine spätere Publikation wird sich eingehend mit diesen Verwerfungen beschäftigen und dabei den Schollenkomplex des Nastales gebührend berücksichtigen.

Östlich wird das zuletzt genannte Gebiet durch die Nische des Balmholzes abgeschlossen. Ihre im Halbkreis aufstrebenden Wände bestehen aus Urgon-Apt, das zuoberst von Hohgantsandstein bedeckt wird. Am Fuss dieser Felswand sammelt sich viel Bergschutt, der den Kontakt mit dem Kieselkalk des Neocoms verdeckt. Letzterer bildet den ganzen Boden der Nische und fällt mit 12° gegen den See. Einzig ein Aufschluss am Budelbach, der westlichen Runse der Nische, lässt erkennen, dass sich zwischen beide Komplexe eine Schicht tonigmergeliger Schiefer hineinschiebt. In einer andern Schürfung in nächster Nähe finden wir Moränenmaterial mit Kies, Lehm und zahlreichen gekritzten Geschieben. Der alte Aaregletscher hat hier seine Ablagerungen zurück-

gelassen. — Der Balmholzzirkus ist die Abrissnische eines Bergsturzes von ca. 100,000,000 m³. Zahlreiche Verwerfungen und Spalten der Wohlhusenfluh rechtfertigen die Annahme, dass auch das Balmholzgebiet von Dislokationen betroffen wurde. Der stark zerklüftete Schrattenkalk leitete die Feuchtigkeit bis auf die schon erwähnte undurchlässige Schicht, die nun als Gleitfläche diente. Die Moräne am Budelbach beweist, dass der Schlipf vor dem definitiven Rückzug der Gletscher niedergegangen ist. Nun lässt sich aber an Hand der topographischen Karte kein unterseeischer Schuttkegel nachweisen, der der Balmholznische vorgelagert wäre. Gerade dieser Umstand spricht für das hohe Alter des Felsschlipfes. Das gesamte Bergsturzmaterial wurde durch den Gletscher verfrachtet.

Am See werden die Kreideschichten zwischen Beatenhöhle und Sundlauenen durch eine gewaltige Verwerfung abgeschnitten. Gsteiglen- und Balmfluh verdanken ihr die Entstehung. An die schwach gegen den See geneigten Urgon-Aptschichten lehnt sich tertiäres Material, das steil gegen den Sundgraben einfällt. Die Einwohner nennen das flyschartige Gestein Faulplatten. Scheinbar massig, springt es beim Anschlagen in eckige Schiefer. Jenseits des Baches wird es durch entgegengesetzt fallenden Hohgantsandstein abgelöst. Dieser grenzt diskordant an die Kreide der Waldegg. Das Sundtal ist also eine mit Tertiärgestein erfüllte Grabenversenkung zwischen Kreideschollen. Das Waldeggewölbe, das Rütimeyer und Kaufmann von Leissigen aus beobachteten, konnte ich an Ort und Stelle nicht nachweisen; vielmehr fand ich die schon erwähnte Verwerfung, welche ihrem ganzen Charakter nach das Gegenstück zur Sundlauenenverwerfung bildet. Längs- und Querverschiebungen zerhacken die Waldegg so, dass die geologische Karte ein schachbrettartiges Aussehen erhält. Die Waldeggkreide verschwindet bald unter Hohgantsandstein ohne wieder aufzutauchen.

Als nordöstliche Fortsetzung der Balm- und Gsteiglenflühe müssen wir die Burgfeldfluh betrachten, trotzdem gewaltige Massen von Gletscherschutt den direkten Zusammenhang verhüllen. Bei der Bire wendet sich die sichtbar bleibende Schrattenkalkwand nach Westen und beschreibt einen nach Süden offenen schwachen Bogen. Die schon erwähnten diluvialen Ablagerungen bedecken die Terrasse von Beatenberg vom Kühlauenengraben bis auf die Waldegg und beanspruchen ein bedeutendes Areal.

Um den eigentlichen Bergsturz von St. Beatenberg zu sehen, steigen wir vom See durch den Sundgraben in die Beatenbergstrasse hinauf. Wir benutzen den Fussweg, der bei der Strassenbrücke, P. 611, von der Merligen-Interlakenstrasse abzweigt und gegen P. 745 hinaufführt. Der Pfad überschreitet 500 m weiter nördlich den Sundbach auf einem Steg. Von da an bilden gelbe Felsanrisse 1 km weit die westliche Talwand. Bald schwingen sie sich auf zu den 100 m hohen, lotrechten Wänden der Stockfluh, P. 1058. Von der Mündung des Birenbaches aufwärts treten die gleichen Felsen auch östlich des Sundbaches auf. Kaufmann[1]) betrachtete diese Schichten als die Fortsetzung des tertiären Materials, in welches der Sundgraben weiter unten eingeschnitten ist. Offenbar hat er den Graben nicht begangen, sondern

[1]) Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 24. Liefg. I. F. J. Kaufmann, Emmen- und Schlierengegenden. 1886.

das Gestein nur oben bei der P. 1058 angeschlagen. Beim ersten Anblick ist man überrascht, dass die Felsenmauer von Moräne unterteuft wird. Der Bach hat die letztere bis in die Tiefe von 30 m aufgeschlossen, ohne dass er das anstehende Gestein erreicht hat. Sie besteht aus gelblichem und bläulichem kalkreichem Lehm. Kleinere Geschiebe und Blöcke von Kubikmetergrösse deuten eine kaum merkliche horizontale Anordnung an. Geschliffene, gekritzte und kantenbestossene Gerölle finden wir in grösster Auswahl. Reich ist die Moräne an Graniten und Gneisen. Wieder haben wir eine Seitenmoräne des alten Aaregletschers vor uns. Sie wurde in einem diluvialen Sundgraben in einer Höhe von 900 m abgelagert. 250 m weit bildet sie durch ihre geringe Widerstandsfähigkeit eine Balm, deren Dach aus Bergsturzmaterial besteht. Die letztgenannten Felsen erinnern mit ihrem Aussehen an alten, verfestigten Bergschutt, stellenweise an Rauhwacke. Eine ehemalige, senkrechte Schichtung erscheint ganz schwach angedeutet. Weiter oben im Graben werden die Blöcke immer grösser; der ursprüngliche Zusammenhang blieb besser erhalten. Kalksinter verkittete die Fragmente von Haselnussgrösse bis zum Block von vielen Kubikmetern zu einer Breccie, die ich Sundbreccie benenne. Das meiste Gestein gehört dem Schrattenkalk an. An einigen Stellen helfen Hohgantsandsteine am Aufbau mit. Besonders der Birenbach demonstriert uns, dass die ganze Masse der Sundbreccie zwischen Moränen liegt. An der Mündung des Baches ist die ältere Moräne noch sichtbar. Über der Stockfluh zeigen zahlreiche Aufschlüsse obere, jüngere diluviale Ablagerungen. Sie gehören mit zum gewaltigen Erratikum der Beatenbergterrasse. Wir werden kaum fehlgehen, wenn wir die Mächtigkeit dieser Moräne auf 100 m schätzen, wenigstens soweit sie durch den Sundgraben aufgeschlossen ist.

Auf die Frage nach der Nische dieses respektablen Sturzes antwortet ein Blick auf die Karte. Die Gsteiglenfluh am See setzt sich erst in der Burgfeldfluh fort. Dazwischen fehlen Schrattenkalk und Hohgantsandstein. Beide Felsarten bilden erst weiter zurück die Spirenwaldfluh. Die Nische wird also einerseits durch die Sundlauenenverwerfung, andererseits durch die Fluh über St. Beatenberg begrenzt. Die letzte Seite des Dreiecks können wir nicht genau bezeichnen, doch muss sie westlich des Haseleggrabens [1]) sein. Dies Areal beträgt ca 50 ha. Die Höhe des Abrisses an der Spirenwaldfluh schlagen wir mit 150 m nicht zu hoch an. Die Nische, als Pyramide aufgefasst, mag einen Inhalt von 50,000,000 m^3 besitzen. Der Höhenunterschied zwischen Anriss- und Ablagerungsgebiet erreicht auf der kurzen Strecke von 1000—1400 m ca 500 m, so dass das Gefäll von 35 bis 50% ansteigt.

Vergegenwärtigen wir uns die Ursachen dieses Felsschlipfes, so haben wir zu bedenken, dass der Beatenberg in Schollen geborsten ist und daher die abgestürzten Massen gelockert waren. Zudem neigen die Schichten der Absturzstelle mit ca 10° gegen Südosten. Wahrscheinlich hat auch hier die Schieferschicht, die wir vom Balmholz her kennen, zum grössern Teil als Gleitfläche gedient; denn kein anderer Horizont des untern Schrattenkalkes würde bei bloss 10° Neigung einen Felsrutsch ermöglichen. Leider verhüllen Gletscher- und Bergschutt die direkte Beobachtung des Nischenbodens. In der Diluvialzeit hat der Sundbach längs der west-

[1]) Runse, die sich beim „i" des Wortes „Spirenwald" sammelt, top. Atlas.

lichen Verwerfung ein tiefes Tal in die weichen, undurchlässigen Tertiärschichten erodiert. Gleichzeitig hat das feuchte Klima das Schlüpfrigwerden der Rutschfläche bedingt. Durch das teilweise Ausräumen der Sundgrabenversenkung wurde das Gleichgewicht im Gebirgsbau gestört, und die Möglichkeit für den Felsrutsch war gegeben. Das Alter lässt sich kaum sicher feststellen. Es scheint mir am wahrscheinlichsten, dass die Katastrophe während des Vorrückens der Gletscher zur letzten grossen Eiszeit geschah; denn bis jetzt habe ich am Kontakt der untern Moräne und der Sundbreccie keine Andeutung von Vegetation oder Humus gefunden. (Autoreferat.)

1046. Sitzung vom 7. Dezember 1907.

Abends 8 Uhr im Café Ratskeller.

Vorsitzender: Herr F. Schaffer. Anwesend: 31 Mitglieder und Gäste.

1. Herr **A. Pillichody** spricht über «**Die Bergföhre auf den jurassischen Torfmooren und ihre Verwendung bei Aufforstung von Frostlöchern.**»

Ihre Hauptverbreitung im Jura findet die Bergföhre auf den Torfmooren. Diese sind aber dem Untergange geweiht durch die doppelte Aktion der intensiven Torfgewinnung, mit der die Neubildung von Torf lange nicht Schritt halten kann, und der allgemein angestrebten Trockenlegung der Sümpfe, womit der Vertorfungsprozess überhaupt aufhören muss. Der Ruf der Erforscher der Schweizer. Torfmoore, HH. Professoren Dr. J. Früh und Dr. C. Schröter[1]), nach Torfmoorreservationen ist demnach vollberechtigt und er sollte nicht ungehört verhallen. Einige charakteristische Moortypen sollten der Nachwelt als Dokumente erhalten bleiben.

Die Bergföhre besiedelt nun zwar nicht in erster Linie die Torfmoore des Jura. Sie gehört vor allen Dingen dem Hochalpengebiet an, und zwar geht ihr Verbreitungsbezirk von den Pyrenäen bis zu den Karpathen, mit Hauptzentren in der Dauphiné, im Wallis und in Graubünden. Sie hält sich fast ausschliesslich an die kalkführenden Formationen, (wo sie oft eine ähnliche Rolle spielt wie die Alpenerle auf krystallinischem Gestein, so die Legföhrenbestände) sie begrünt Schutthalden, Lawinenzüge und klettert mit Vorliebe an Kalk- und Dolomitfelsen empor. Geschlossene Bestände bildet sie wenige, sie zieht die zerstreute Ordnung in Klüften und Felsengeröll vor; doch kennen wir in der Schweiz einige eigentliche Bergföhrenwaldungen, so bei Grächen (Wallis), am Ofenpass und im Val Scarl (Graubünden)[2])

Obschon als typische Kalkpflanze zu bezeichnen, findet die Bergföhre im Jura nur eine relativ geringe Verbreitung, die meist auf lokale Einwanderung zur Eiszeit hindeutet. Bestandbildend tritt sie nirgends auf, und ihr Vorkommen, von den Torfmooren abgesehen, beschränkt sich auf einige felsige Standorte im westlichen Jura, wo sie ihre Eigenschaften als Grat- und Felsenpflanze voll entwickelt. Die Hauptstandorte sind: Ravellenfluh, Hasenmatt, Raimeux, Schluchten von Court und Moutier, Chasseral, Creux du Van, Chasseron, Aiguilles de Baulmes, Suchet, Dent de Vaulion.

---

[1]) Beiträge zur Geologie der Schweiz. Die Moore der Schweiz 1904.
[2]) Dr. Coaz und Dr. Schröter: Ein Besuch im Val Scarl, 1905.

Die jurassischen Torfmoore weisen alle mehr oder weniger geschlossene und ausgedehnte Bestände von Bergföhren auf. Wir können drei Vertorfungszentren unterscheiden: 1. die Freiberger Moore, 2. die Moore von Les Ponts und la Brévine (ersteres bildet die grösste zusammenhängende Moorfläche der Schweiz), 3. die Torfmoore der Vallée de Joux. Dazwischen liegen inselartig kleine Moore, so am Chasseral, auf Puilleret und bei St. Croix.

Ueberall bildet die Bergföhre die Hauptholzart, mehr oder weniger gemischt mit Birken (Betula pubescens und nana), Fichten, Weidenarten. Sie ist von allen Bäumen derjenige, der sich am besten an die Standortsverhältnisse angepasst hat, sie allein zeigt überall ein frohwüchsiges, gesundes Aussehen, wo die andern Holzarten, die Fichten namentlich, oft kümmern und degenerieren. Das überaus rauhe Juraklima kann ihr nichts anhaben, sie ist absolut frosthart, hält jeden Schneemassen stand, hält jedes Temperaturminimum aus. Die Moore nehmen meistens die tiefste Stelle der Talgründe ein, und da diese Täler (la Brévine, les Ponts, Vallée de Joux) sog. blinde Täler ohne natürlichen Ausfluss sind, also ein kahnförmiges Längenprofil aufweisen, so lagert sich die kalte, spezifisch schwere Luft schichtenweise über diese Talmulden, und es entstehen dadurch ausserordentliche Temperaturminima, welche öfters den Gefrierpunkt des Quecksilbers erreichen. Die Bergföhre leidet darunter gar nicht, während die einheimischen Wald- und Zierbäume (Fichte, Tanne, Buche, Esche, Ahorn, Vogelbaum) im kalten Talgrunde erfrieren, so dass sich in gewissen Tälern (la Brévine vor allem) eine eigentliche untere klimatische Waldgrenze gebildet hat, eine Grenze, unterhalb derselben der Wald- und Baumwuchs nicht mehr aufkommen können, hauptsächlich der Sommerfröste wegen, gerade wie wir im Hochgebirge eine obere Waldgrenze haben.

Die Aufgabe der Bergföhre in diesen kalten, sumpfigen Talsohlen besteht also vornehmlich darin, einen schützenden Einfluss auf das Lokalklima auszuüben. Ihre Bestände schirmen gegen lokale Windströmungen, sie verhindern die Ausstrahlung der Bodenoberfläche, sie konzentrieren in sich die erwärmenden Sonnenstrahlen, sie wirken, wie dies vom Walde überhaupt nachgewiesen ist, als abschwächende, mildernde Faktoren auf die Temperaturextreme. Die langgestreckten, einförmigen Hochjuratäler entbehren des Windschutzes, den in den Alpen die starken Krümmungen, hervorspringende Felsen, Talverengungen etc. gewähren. So bilden denn die Bergföhrenbestände und Beständchen oft das einzige Hindernis für die scharfen Nordostwinde, weshalb ihr Vorkommen als die Talsohle durchquerenden Schutzstreifen von ziemlich grosser Bedeutung ist. Dessenungeachtet geniessen diese Wälder nicht überall forstlichen Schutz, weil die Torfmoore nicht als Wald, sondern als Torfminen bezeichnet sind und die Torfausbeutung bis dahin noch keiner Kontrolle unterliegt. Allerdings kommen die Bergföhrenbestände ökonomisch als Wald nicht in Betracht, wegen dem geringen Nutzen, den man aus dem Holz, das die Dimensionen von Bauholz nicht erreicht, ziehen kann und wegen dem gar geringen Zuwachs dieser

Bestände, deren Produktion in verschwindend kleinem Verhältnis steht zu den andern Waldungen. Die Bergföhre auf den Torfmooren interessiert also weniger den Forstökonomen als den Forstbotaniker.

* * *

Ein direkter forstökonomischer Nutzen kommt ihr aber doch zu, wenn man sie von den Mooren hinweg zur Aufforstung von schwer zu bewaldenden Orten verwendet. Ihre Eigenschaften als frostharte, äusserst genügsame, sich leicht anpassende Holzart bezeichnet sie geradezu als Hilfsholzart in schwierigen Fällen, wo die andern Arten versagen. Solche schwierige Fälle bieten die Frostlöcher. Die Forstwissenschaft bezeichnet damit «gewisse Terrainvertiefungen «oder muldenartige Einsenkungen von meist geringer Ausdehnung «in den Beständen, welche die Luftbewegung hindern, und die «schichtenweise Anhäufung der kältern, spezifisch schwereren Luft «begünstigen. Durch den verhinderten Abfluss der kalten Luft treten «sodann abnorm niedere Temperaturen auf.[1])»

Frostlöcher kommen in allen Höhenlagen vor, am öftesten allerdings auf kalten Hochplateaux, mit wenig koupiertem Terrain, wie sie der obere Jura bietet. Vortragender, als ehemaliger Kreisoberförster im Loch, konnte die Erscheinung häufig beobachten. Mit den Torfmooren der Talmulden haben diese Frostlöcher nichts gemeinsam als die herrschenden niedern Temperaturen. Sie sind meist hervorgegangen aus den im Jura so häufigen ehemaligen Einsturzlöchern oder Versickerungstrichtern, wo sich vor Zeiten ein Wasserlauf verloren hat, durch welchen der Kalkfelsenhorst ausgehölt und schliesslich zum Zusammenbruch gebracht wurde. Ihr Grund ist also begrast und trocken, nicht etwa sumpfig und es bilden sich höchstens bei festgefrorenem Boden kleine Tümpel bei der Schneeschmelze. In diesen Vertiefungen, Löchern oder Mulden herrschen nun meist so niedere Minimal-Temperaturen, dass das Aufkommen der gewöhnlichen Waldbäume, wie Fichte, Tanne, Buche u. s. w. zur Unmöglichkeit wird. Doch sind es nicht, wie man wähnen könnte, die Winterminima, welche das Wachstum verunmöglichen, sondern die starken Fröste während der Vegetationsperiode. Direkte, während zwei Jahren durchgeführte Beobachtungen im Stadtwald von Neuenburg, bei la Chaux du Milieu (1150 m), haben ergeben, dass (wenigstens in den Jahren 1900/1901) einzig der Juli frostfrei war, während noch im Juni und schon wieder im August das Thermometer Kältegrade von —4 und —5 Grad C. aufwies. Die Dauer der Vegetationsperiode ist also derart verkürzt, dass es unsern gewöhnlichen Holzarten unmöglich ist, ihr Gewebe auszureifen. Deshalb nehmen die in solche Lagen gepflanzten Fichten, falls sie nicht sofort absterben, einen kugeligen, tausendfach verästeten gipfeltrieblosen Habitus an, der am meisten an die Form der sogen. «Geissentannli» erinnert. Da natürliche Verjüngung solcher Orte ausgeschlossen ist, so muss doch mit der künstlichen Anpflanzung vorgegangen werden. Oft wird aber die Sache noch schlimmer dadurch, dass auf den er-

[1]) Fürst, Forst- und Jagdlexikon.

höhten Rändern der Niederung die Anpflanzung gedeiht, wodurch das Frostloch noch tiefer wird und die Ansammlung von kalter Luft sich noch höher staut und weitere Bäumchen zum Erfrieren bringt, welche schon der stagnierenden Schicht kalter Luft entwachsen schienen.

Das einzige Mittel, solche von Sommerfrösten heimgesuchten Niederungen zu erwärmen, liegt in der Bewaldung derselben mit Hochwald, unter dessen Kronenschirm die Ausstrahlung aufhört und die abschwächende Wirkung des Bestandes auf die Temperaturextreme sich geltend macht. Zur Besiedelung des Frostloches aber bedarf es einer frostharten Holzart, und da war es ganz gegeben, die Bergföhre der benachbarten Torfmooore zu grössern Versuchen heranzuziehen.

Die Versuche wurden mit einer grössern Anzahl Bergföhren gemacht, die direkt aus dem Torfmoor von les Ponts ausgerissen und in die Frostlöcher gesetzt wurden. Ein Haupthindernis zum Gelingen der Versuche konnte man in dem grossen Unterschied der Bodenzusammensetzung befürchten: dort der kalkarme, saure wasserreiche Torfboden und hier der schwere, kalkreiche, dicht beraste und trockene Mergel. Einige Botaniker, unter anderm Schimper[1]), um das Vorkommen der Berföhre auf Kalk einerseits und im Moorboden andrerseits zu erklären, vermuten die Existenz zweier verschieden angepasster Formen, einer Kalkholden und einer Kalkfliehenden. Dr. Schröter bemerkt hiezu, dass einzig grössere Versuche uns hierüber aufzuklären vermögen. Die Verpflanzung von einigen Tausend Bergföhren aus dem Torf direkt in Kalkboden mag als ein Anfang zu solchen Versuchen gelten.

Wie dem auch sei, so ist die Aufforstung der betreffenden Frostlöcher im genannten Gemeindewald von Neuenburg vorzüglich gelungen. Nicht nur haben sich die Sumpfföhren im Kalk gut gehalten, aber vor allen Dingen sind die Frostwirkungen und Gefrittererscheinungen ausgeblieben. Keine einzige der Bergföhren zeigt ein Kümmern oder eine Deformation, die auf Kältewirkungen zurückzuführen wären. Die Jahrestriebe entwickeln sich in ungestörter Weise. Längen- und Seitenwachstum sind nicht nur ungehindert, sondern viel kräftiger als für die gleichen Pflanzen im Moore. Triebe von 20—30 cm sind keine Seltenheit, so dass in den sechs Jahren, die der Vortragende seinen Beobachtungen widmen konnte, die Bäumchen Längen von 1,50 bis 2 m erreichten, während die erfrorenen, in den achziger Jahren gesetzten Fichten in ca. einem Vierteljahrhundert nur 1 m hoch wurden. Bekanntlich ist ja das Verhältnis gewöhnlich umgekehrt, indem die Fichte rasch, die Bergföhre sehr langsam wächst. Die letztere hat sich also überaus gut bewährt und dank ihrer guten Eigenschaften gehört die Wiederbewaldung der Frostlöcher nicht mehr zu den unlösbaren Aufgaben der Forstwirtschaft. (Autoreferat.)

2. Herr **E. König** spricht «**Ueber ein elektrisches Widerstandsthermometer.**»

Siehe die Abhandlungen dieses Bandes.

[1]) Pflanzengeographie.

3. Derselbe spricht über eine von ihm auf der eidg. Eichstätte beobachtete Verkürzung einer hölzernen Präzisionsmesslatte und führte diesen Vorgang auf Feuchtigkeitseinflüsse zurück.

1047. Sitzung vom 21. Dezember 1907.

Abends 8 Uhr im geologischen Institut.

Vorsitzender: Herr F. Schaffer. Anwesend 51 Mitglieder und Gäste.

1. Zu Ehren des verstorbenen, langjährigen frühern Mitgliedes, Herrn Sekundarlehrer Kesselring, erhebt sich die Versammlung.
2. Es gelangen zur Verlesung:

a) Unser Schreiben an die Kommission der Stadtbibliothek mit folgendem Wortlaut:

Hochgeehrter Herr Präsident!

Mit Vertrag vom 26. Februar 1902 hat die Naturforschende Gesellschaft Bern ihren Anteil an der Bibliothek der schweiz. Naturforsch. Gesellschaft unentgeltlich an die Stadtbibliothek abgetreten und sich verpflichtet, die auch fernerhin durch Tausch oder durch Schenkung an die Gesellschaft gelangenden Drucksachen an die Stadtbibliothek abzugeben, nachdem sie bereits seit Jahren als Entschädigung für die von der Stadbibliothek der Bibliothek der schweiz. Naturf. Gesellschaft überlassenen Räume diejenigen Schriften in je einem Exemplar an die Stadtbibliothek abgeliefert hatte, die sowohl an die bernische als auch an die schweiz. Naturf. Gesellschaft gelangten.

Infolge der Vereinigung der Bibliothek der schweiz. und bernischen Naturforschenden Gesellschaften mit der Stadtbibliothek sind eine grosse Zahl dieser Zeitschriften von der Stadtbibliothek als Dubletten ausgeschieden und, wie wir vernehmen, bereits an einen deutschen Antiquar verkauft worden, ohne dass vorher ein Verkaufsangebot an hiesige interessierte Kreise erfolgt wäre.

In Anbetracht des Umstandes, dass diese Dubletten durch die Arbeit der Naturforschenden Gesellschaften in den Besitz der Stadtbibliothek gelangt sind, erscheint es uns als ein Gebot der Billigkeit, dass die Resultate unserer Bemühungen wieder der von uns angestrebten Förderung der Naturwissenschaften zugute kommen.

Wir erlauben uns daher, an Sie das höfliche Gesuch zu richten:

1. Es möchte der Erlös aus diesen Dubletten für Anschaffung von Werken naturwissenschaftlichen Inhalts, die in Ihrer Bibliothek verhältnismässig schwach vertreten sind, verwendet werden.

2. Sie möchten für den Fall, dass künftig wieder Dubletten ausgeschieden und veräussert werden sollten, der Naturforschenden Gesellschaft ein Verzeichnis derselben mit den von einem Antiquar dafür angebotenen Preisen zustellen, da eine Anzahl Mitglieder unserer Gesellschaft als Vorsteher des naturhistorischen Museums und der naturwissenschaftlichen Institute der Universität gerne die Gelegenheit benützen würden, die literarischen Hilfsmittel ihrer Institute aus diesen Dubletten durch Ankauf zu ergänzen.

Indem wir Sie bitten, unser Gesuch in wohlwollende Erwägung zu ziehen und uns Ihren bezüglichen Beschluss bekannt geben zu wollen, zeichnen

Mit vollkommener Hochachtung

Namens der Naturf. Gesellschaft Bern:

Der Präsident: sig. Prof. Dr. **Schaffer.**
Der Sekretär: sig. Dr. **H. Rothenbühler.**

Bern, 11. Nov. 1907.

b) Die Antwort der Kommission der Stadtbibliothek, folgendermassen lautend:

Bern, 26. Nov. 1907.

An die Naturforschende Gesellschaft Bern.

Hochgeehrte Herren!

Ihr an die Bibliothekkommission übersandtes Schreiben vom 11. Nov. 1907 ist der Kommission am 20. Nov. vorgelegen und infolge dessen ist von ihr die Frage des Dublettenverkaufes in Beratung gezogen worden.

Sie hat das bisherige Verhalten des Oberbibliothekars, wodurch die ältern Dublettenbestände durch umfassende Verkäufe vermindert worden sind, als zweckmässig erkannt, indem infolge der durch den Verkauf erlangten Geldmittel die Ersetzung der Dubletten durch neue Werke ermöglicht wurde. Auch hat sie nicht finden können, dass dieses Verfahren im Widerspruch stehe mit dem von Ihnen angerufenen Vertrage vom 20. Februar 1902.

Um jedoch fürderhin Aussetzungen vorzubeugen, hat sie beschlossen, dass überzählige Dubletten erst dann zum Verkaufe gebracht werden sollen, nachdem den von der Bibliothekkommission bestellten Fachkommissionen Gelegenheit gegeben ist, sich darüber auszusprechen, ob unter den Dubletten sich nicht auch solche Werke befinden, deren Doppelbesitz für die Bibliothek empfehlenswert ist.

Es können dann auch Wünsche berücksichtigt werden, welche für Ankäufe einzelner Werke geäussert werden, insofern angemessene Angebote gemacht werden.

Was die Erhöhung des Kredites für naturwissenschaftliche Werke betrifft, so wird eine neue Festsetzung der für die Fachkommissionen bestimmten Kredite im nächsten Frühjahr stattfinden und dabei untersucht werden, inwiefern den von Ihnen geäusserten Wünschen Rechnung getragen werden kann.

Ihnen diese Beschlüsse eröffnend, zeichnet

Mit vollkommener Hochachtung

Der Präsident der Bibliothekkommission:

sig. **A. von Muralt.**

3. Herr **A. Baltzer** spricht «**Ueber die neue Theorie des Alpenaufbaues.**» (Deckentheorie.)

Verzeichnis der Mitglieder

der

Naturforschenden Gesellschaft Bern.

(Am 31. Dezember 1907)

Vorstand.

Prof. Dr. *F. Schaffer*, Präsident.
Prof. Dr. *Th. Studer*, Vizepräsident.
Apotheker *B. Studer-Steinhäuslin*, Kassier.
Prof. Dr. *J. H. Graf*, Redaktor der «Mitteilungen».
Dr. *Th. Steck*, Bibliothekar.
Dr. *H. Rothenbühler*, Sekretär.

Mitglieder.

		Eintrittsjahr
1.	*Aeberhardt*, B., Dr. phil., Lehrer am Gymnasium, Biel	1902
2.	*Allemann*, J., Arzt, Zweisimmen	1898
3.	*Allemann*, O., Dr. phil., Chemiker, Liebefeld, Bern	1904
4.	*Anderegg*, E., Dr. phil., Bern	1891
5.	*Balmer*, H., Dr. phil., graphische Anstalt, Weissenbühl, Bern	1886
6.	*Baltzer*, A., Dr. phil., Professor der Geologie u. Mineralogie, Bern	1884
7.	*Bandi*, W., Dr. phil., landwirtschaftl. Schule Rütti, Zollikofen	1905
8.	*Beck*, G., Dr. phil., Lehrer am Freien Gymnasium	1876
9.	*Beck*, Paul, Sekundarlehrer, Wichtrach	1907
10.	*v. Benoit*, G., Dr. jur., Bern	1872
11.	*Benteli*, A., Professor und Rektor, Bern	1869
12.	*Benteli*, A., Buchdrucker, Bümpliz	1891
13.	*Berger*, F., Chemiker, Laboratorium Haaf	1904
14.	*Besso Michele*, A., Bern	1905
15.	*Bohren*, A., Dr. phil., Seminarlehrer, Bern	1901
16.	*Böschenstein*, K., Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bern	1904
17.	*Brunner-v. Wattenwyl*, C., Dr. phil., Hofrat, Wien	1846
18.	*Büchi*, Fr., Optiker, Bern	1874
19.	*Bürgi*, E., Dr. med., Professor, Bern	1904
20.	*Buri*, R., Dr. phil., Kreistierarzt, Laupen	1895
21.	*v. Büren*, Eug., allié von Salis, Sachwalter, Bern	1877
22.	*Coaz*, Dr. phil., Eidg. Oberforstinspektor, Bern	1875
23.	*Conrad*, Dr. med., Bern	1872
24.	*Crelier*, Dr. phil., Privatdozent, Lehrer am Technikum, Biel	1902
25.	*Daut*, C., Apotheker, Bern	1904
26.	*Dick*, R., Dr. med., Bern	1876
27.	*Droz*, A., Kantonsschullehrer, Pruntrut	1890
28.	*Dubois*, Dr. med., Professor, Bern	1884

29. *Dutoit*, Dr. med., Bern 1867
30. *Equet*, J., Dr. med., Corgémont 1898
31. *Einstein*, A., Dr. phil., Mathematiker, Patentamt, Bern . 1903
32. *Engelmann*, Dr. phil., Apotheker, Basel 1874
33. *Farner*, A., Dr. phil., Apotheker, Bern 1899
34. *v. Fellenberg*, R., Dr. med., Bern 1904
35. *Fischer*, Ed., Dr. phil., Professor der Botanik, Bern . . 1885
36. *Flückiger*, H., Sekundarlehrer, Bern 1905
37. *Friederichsen*, M., Dr. phil., Professor der Geographie, Bern 1907
38. *Friedheim*, Dr. phil., Professor der Chemie, Bern . . 1897
39. *Gassmann*, R., Ing., eidg. topogr. Bureau, Bern . . . 1907
40. *Geering*, Dr. med., Reconvilier 1898
41. *Gerber*, E., Dr. phil., Seminarlehrer, Bern 1902
42. *de Giacomi*, J., Dr. med., Professor, Bern 1889
43. *Graf*, J. H., Dr. phil., Professor, Bern 1874
44. *Grein*, Klaus, cand. phil., Bern 1906
45. *Gressly*, A., Oberst, Maschineningenieur. Bern . . . 1872
46. *Grimm*, J., Präparator, Bern 1876
47. *Gruner*, P., Dr. phil., Professor, Bern 1892
48. *v. Grünigen*, J., Sekundarlehrer, Bern 1902
49. *Guillebeau*, Dr., Professor, Bern 1878
50. *Haas*, S., Dr. med., Muri b. Bern 1890
51. *Häni*, R., Dr. med., Köniz 1900
52. *Hartmann*, Dr. phil., Mathematiker, Bern 1898
53. *Held*, Leon, Chef des topogr. Bureaus, Bern . . . 1879
54. *Helgers*, Dr. phil., Frankfurt a. Main 1902
55. *Heller*, O., Dr. med., Institut für Infektionskrankheiten, Bern 1904
56. *Hellman*, Boris, cand. phil., Bern 1903
57. *Henneberger*, M., Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bern . . 1904
58. *Huber*, G., Dr. phil., Professor der Mathematik, Bern . 1888
59. *Huber*, Robert, Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bern . . 1904
60. *Huber*, Rudolf, Dr. phil., Lehrer am Freien Gymnasium, Bern 1891
61. *Hug*, O., Dr. phil., Bern 1897
62. *Hugi*, E., Dr. phil., Privatdozent, Geolog. Institut, Bern . 1900
63. *Isenschmid*, M., Dr. phil., Bern 1903
64. *Jacky*, E., Dr. phil., Münsingen 1901
65. *Jadassohn*, Prof. Dr., Bern 1897
66. *Jenner*, E., Entomolog, Bern 1870
67. *Jonquière*, G., Dr. med., Bern 1884
68. *Jordi*, E., Dr. phil., Rütti b. Zollikofen 1905
69. *Käch*, P., Sekundarlehrer, Bern 1880
70. *Käppeli*, J., Dr. phil., Landwirtschaftslehrer, Rütti b. Zollikofen 1905
71. *Kissling*, E., Dr. phil., Professor, Bern 1888
72. *Klaye*, A., Dr. phil., Chemiker, Gümligen 1905
73. *Kobi*, Dr. phil., Rektor der Kantonsschule, Puntrut . . 1878
74. *Kocher*, Dr. med., Professor der Chirurgie, Bern . . 1872
75. *Kolle*, W., Dr. Prof. der Bakteriologie, Bern . . . 1906
76. *von Kostanecki*, Dr. phil., Professor der Chemie. Bern . 1896
77. *König*, Ed., Dr. med., Bern 1903
78. *König*, Emil, Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bern . . . 1893
79. *Körber*, H., Buchhändler, Bern 1872

80. *Kraft*, A., Bernerhof, Bern 1872
81. *Kraemer*, H., Dr. phil., Professor, Bern 1903
82. *Krebs*, A., Dr. phil., Seminarlehrer, Bern 1888
83. *Kronecker*, H., Dr., Professor der Physiologie, Bern . 1884
84. *Kummer*, J., Dr. med., Bern 1890
85. *Kürsteiner*, Dr. med., Bern 1904
86. *La Nicca*, R., Dr. med., Bern 1899
87. *Lang*, Dr. med., Bern 1904
88. *Langhans*, Dr. med., Professor, Bern 1904
89. *Lanz*, Em., Dr. med., Biel 1876
90. *Leist*, K., Dr. phil., Sekundarlehrer, Bern . . . 1888
91. *v. Lerber*, A., Dr. med., Laupen 1898
92. *Lindt*, M., Dr. med., Professor, Bern 1888
93. *Lory*, C. L., Rentier, Münsingen 1894
94. *Lüscher*, E., Dr. med., Professor, Bern 1895
95. *Lütschg*, J., gewesener Waisenvater, Bern . . . 1872
96. *Mai*, Jul., Dr. med., Professor, Bern 1902
97. *Matthey*, Dr. phil., Bern 1907
98. *Mooser*, M., Dr. phil., Bern 1901
99. *Moser*, Ch., Dr. phil., Professor, Bern 1884
100. *Moser*, Dr., Direktor der Landw. Schule Rütti bei Bern . 1906
101. *Müller*, Emil, gewesener Apotheker, Bern . . . 1882
102. *Müller*, P., Dr., Professor, Bern 1888
103. *Mützenberg*, E., Dr. med., Spiez 1885
104. *Nanny*, W., Dr. med., Bern 1890
105. *Nicolet*, L., Pharmacien, St. Imier 1892
106. *Noyer*, E., Dr., Professor, Bern 1904
107. *Nussbaum*, F., Dr. phil., Bern 1907
108. *Pexider*, J., Dr. phil., Priv.-Doz. der Mathematik, Bern . 1905
109. *Pfister*, J. H., Mechaniker, Bern 1871
110. *Pillichody*, A., Adjunkt des eidg. Oberforstinspektorats, Bern 1904
111. *Renfer*, A., Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bern . . . 1907
112. *Ritz*, W., Dr. phil., Assistent am bot. Institut, Bern . . 1905
113. *Rohr*, K., Dr. med., Bern 1904
114. *Rothen*, G., Sekundarlehrer, Bern 1900
115. *Rothenbühler*, H., Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bern . . 1896
116. *Röthlisberger*, H., Sekundarlehrer, Bern 1906
117. *Rubeli*, O., Dr., Professor, Bern 1892
118. *Rüfenacht*, Ed., Bern 1904
119. *Rundzieher*, Ing., Bern 1907
120. *Sahli*, A., Dr. med., Professor, Bern 1875
121. *Sauter* J., Dr., Ingenieur, Bern 1900
122. *Schachtler*, Jacques, Tiefbohr-Ingenieur, Bern . . . 1903
123. *Schaffer*, Dr. phil., Prof., Kantonschemiker, Bern . . 1878
124. *Schär*, O., Dr. med., Bern 1904
125. *Schenk*, K., Dr. phil., Lebensmittelinspektor, Thun . . 1905
126. *Schenker*, O., statistisches Bureau, Bern 1905
127. *Schlachter*, Dr. phil., Lehrer am Freien Gymnasium, Bern 1884
128. *Schmid*, W., Dr., Oberst, Oberinstruktor d. Artillerie, Bern 1891
129. *Schneider*, O., Dr. phil., Wädenswil, Zürich . . . 1903
130. *Schönenberger*, Oberforstadjunkt, Bern 1907

131. *Schürch*, O., Dr. phil., Zahnarzt, Bern 1898
132. *Schwendimann*, F., Dr., Prof., Bern 1904
133. *Siegrist*, Dr. med., Professor, Bern 1904
134. *v. Speyr*, Dr. med., Prof., Direktor der Waldau . . 1898
135. *Spiess*, O., Dr., Assistent in Trappes (France) . . . 1901
136. *Stäger*, R., Dr. med., Bern 1898
137. *Stähli*, E., Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bern 1905
138. *Steck*, Th., Dr. phil., Konservator am naturhist. Museum, Bern 1878
139. *Steck*, Leo, Dr. phil., Bern 1904
140. *v. Steiger*, Alexander, Ing., eidg. Bauamt, Bern . . . 1907
141. *v. Steiger*, Hans, Oberst, Topograph, Bern 1897
142. *Steinegger*, R., Dr. phil., Liebefeld, Bern 1902
143. *Stooss*, M., Dr. med., Professor, Bern 1883
144. *Strasser*, H., Dr. med., Professor der Anatomie, Bern . 1872
145. *Studer*, B., sen., Bern 1844
146. *Studer-Steinhäuslin*, B., Apotheker, Bern 1871
147. *Studer*, B., Dr. phil., Apotheker, Bern 1904
148. *Studer*, Jakob, Sekundarlehrer, Bern 1903
149. *Studer*, Th., Dr., Professor der Zoologie, Bern . . . 1868
150. *Tambor*, J., Dr. phil., Professor der Chemie . . . 1894
151. *Tanner*, G. H., Apotheker, Bern 1882
152. *Tavel*, E., Dr. med., Professor, Bern 1892
153. *Thomann*, Dr. phil., Apotheker, Bern 1901
154. *Tièche*, M., Dr. med., Bern 1903
155. *Trefzer*, Mathematiker, eidg. Versicherungsamt, Bern . 1907
156. *Troesch*, A., Dr. phil., Gym.-Lehrer, Bern . . . 1906
157. *Truninger*, E., Geolog, Bern 1901
158. *v. Tscharner*, L., Dr. phil., Oberst, Bern 1874
159. *Tschirch*, A., Dr. phil., Prof. der Pharmakognosie, Bern . 1890
160. *Valentin*, A., Dr. med., Professor, Bern 1872
161. *Volz*, Wilhelm, Apotheker, Bern 1887
162. *Wäber-Lindt*, A., Dr. phil., Bern 1874
163. *Walker*, R., Dr. med., Arzt, Waldau 1904
164. *Walthard*, M., Dr. med., Professor, Bern 1894
165. *v. Wattenwyl-v. Wattenwyl*, Jean, Oberst, Bern . . 1877
166. *Wiedmer*, J., Direktor, Histor. Museum, Bern . . . 1907
167. *Wüthrich*, E., Dr. phil., Direktor, Neuenegg . . . 1892
168. *Wyss*, G., Dr. phil., Buchdrucker, Bern 1884
169. *Zeerleder-v. Fischer*, Alt-Forstmeister, Bern . . . 1903
170. *Zeller*, R., Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bern . . . 1897
171. *Zimmermann*, K. W., Dr. med., Professor, Bern . . 1903
172. *Zimmermann*, E., Sekundarlehrer, Bern 1904
173. *Zumstein*, J. J., Dr. med., Professor, Marburg . . . 1885
174. *Zürcher*, J., Dr. phil., Gymnasiallehrer, Burgdorf . . 1906

Mitgliederzahl auf 31. Dezember 1907: 174.

Im Jahre 1907 gestorben:

1. *Fischer*, E., Dr. phil., Honorarprofessor, Bern.
2. *Sidler*, G., Dr. phil., Honorarprofessor, Bern.
3. *Studer*, W., Apotheker, Bern.
4. *Volz*, W., Dr. phil., Privatdozent, Bern.

Im Jahre 1907 ausgetreten:

Blom, A., Dr. phil., Bern.
Girard, Dr. med., Professor, Genf.
Schapiro, J., Dr. phil., Bern.

Im Jahre 1907 eingetreten:

1. *Schönenberger*, Oberforstadjunkt, Bern.
2. *Gassmann*, R., Ing., eidg. topogr. Bureau, Bern.
3. *Trefzer*, Mathematiker, eidg. Versicherungsamt, Bern.
4. *Nussbaum*, F., Dr. phil., Bern.
5. *Rundzieher*, Ing., Bern.
6. *Friederichsen*, M., Dr. phil., Professor der Geographie, Bern.
7. *Wiedmer*, J., Direktor, Histor. Museum, Bern.
8. *Beck*, P., Sekundarlehrer, Wichtrach.
9. *Matthey*, Dr. phil., Bern.
10. *Renfer*, A., Dr. phil., Gymnasiallehrer, Bern.
11. *v. Steiger*, Alexander, Ing., eidg. Bauamt, Bern.

Korrespondierende Mitglieder:

1.	*Brückner*, E., Prof. Dr., Wien	1904
2.	*Flesch*, Dr. M., Arzt in Frankfurt	1882
3.	*Gasser*, Dr. E., Professor der Anatomie in Marburg	1884
4.	*Goeldi*, Emil, Dr. phil., Prof., Bern	1906
5.	*Graf*, Lehrer in St. Gallen	1858
6.	*Grützner*, Dr. A., Professor in Tübingen	1881
7.	*Hiepe*, Dr. Wilhelm, in Birmingham	1874
8.	*Imfeld*, Xaver, Topograph, in Hottingen	1880
9.	*Krebs*, Gymnasiallehrer in Winterthur	1864
10.	*Landolf*, Dr., in Chili	1881
11.	*Lang*, Dr. A., Professor in Zürich	1876
12.	*Leonhard*, Dr., Veterinär in Frankfurt	1870
13.	*Lichtheim*, Professor in Königsberg	1881
14	*Metzdorf*, Dr., Prof. der Landw. Schule in Proskau, Schles.	1870
15.	*Petri*, Dr. Ed., Professor der Geographie in St. Petersbu	1883
16.	*Regelsperger*, Gust., Dr., rue la Boétie 85, Paris	1883
17.	*Wälchli*, Dr. med. D. J., Buenos-Ayres	1873
18.	*Wild*, Dr. Professor, in Zürich	1859

Rechnung der bernischen Naturforschenden Gesellschaft pro 1906

Einnahmen

Saldo letzter Rechnung	Fr. 160.50
An Jahresbeiträgen	» 1408.–
An Eintrittsgeldern	» 25.—
An Zinsen	» 118.75
	Fr. 1712.25

Ausgaben

Mitteilungen	Fr. 965.—
Sitzungen	» 120.04
Bibliothek	» 17.50
Verschiedenes	» 81.56
	Fr. 1184.10

Bilanz

Einnahmen	Fr. 1712.25
Ausgaben	» 1184.10
	Fr. 528.15

Reservefundus

Ist im Rechnungsjahre unverändert geblieben . . Fr. 1200.—

Koch-Fundus

Ist im Rechnungsjahre unverändert geblieben . . Fr. 500.—

Vermögensetat

Das Vermögen der bernischen Naturforschenden Gesellschaft besteht auf 31. Dezember 1906 in dem Reservefundus	Fr. 1200.—
Kochfundus	» 500.—
Aktiv-Saldo obiger Rechnung	» 528.15
	Fr. 2228.15
Auf 31. Dezember 1905 betrug das Vermögen	» 1860.50
Es ergiebt sich demnach eine Vermehrung um	Fr. 367.65

Der Kassier:
B. Studer-Steinhäuslin.

Genehmigt in der Sitzung vom 23. November 1907.

H. Strasser.

Ueber Neuronen und Neurofibrillen.[1])

Seit Beginn der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts hat die Erforschung des feineren Baues des Nervensystems einen Aufschwung sondergleichen genommen. Derselbe ist Schritt für Schritt bedingt gewesen durch Fortschritte in der Technik der Untersuchung. Die Summe der Sorgfalt und Arbeit, welche dabei ausser zur Verbesserung der Methoden, zur Ausnutzung derselben von einer grossen Zahl von Forschern aufgewendet worden ist, ist geradezu erstaunlich. Hatte die Vervollkommnung des Mikroskopes, der Einbettungs-, Schneide- und Färbetechnik schon auf anderen Gebieten, in der Embryologie und bei der Erforschung der feineren Strukturen und Strukturveränderungen in den Gewebs- und Keimzellen zu einer Fülle neuer Entdeckungen geführt, so förderte sie nun auch die Forschung auf dem Gebiete des Nervensystems. Für die Lehre von der *embryonalen Formgestaltung der nervösen Organe* und von der *Entwicklung der Nervenzellen und Nervenfasern* waren vor allem belangreich die Untersuchungen von His (1883 und ff. Jahre). Für die *Aufdeckung der Zell- und Faseranordnung* wurde bedeutungsvoll

1. Die Einführung der *Markscheidenfärbung* durch Weigert (1882, 1884).
2. Der *vitalen Methylenblaufärbung* durch P. Ehrlich (1886).
3. Die Ausbildung der Marchischen Methode zum genaueren Nachweis in Degeneration begriffener markhaltiger Fasern.
4. Die Golgi'sche Quecksilber- und Silberimprägnation des Nervensystems (1880 und ff. Jahre, allgemeiner bekannt

[1]) Nach einem Vortrag gehalten in der Berner Naturforschenden Gesellschaft in der Sitzung vom 10. November 1906.

erst von 1889 an, namentlich infolge des Berichtes von Kölliker), und die Anwendung dieser Methode auf embryonale Objekte durch Ramón y Cajal 1890.

Nachdem in kurzer Zeit ein ungeheures Material neuer Tatsachen über die Anordnung der Zellen und Fasern zu Tage gefördert war, traten im weiteren die Methoden zum *Nachweis der feineren Strukturverhältnisse im Innern der Nervenzellen und Nervenfasern und ihrer Veränderungen bei verschiedenen Funktionszuständen* in den Vordergrund des Interesses. Die Färbung bestimmter *Granulationen* durch *Nissl* ist hier zu nennen, dann aber ganz besonders die genauere Darstellung der *Neurofibrillen* durch *Apathy's Goldmethode* (allgemeiner bekannt erst seit 1897), durch *Bethe's Molybdaenverfahren* (1897) und besonders durch die *Silbermethoden* von *Bielschowsky* und *Ramón y Cajal* (1903 u. 1904).

Von ganz besonderer Bedeutung waren die 80er Jahre für das Zustandekommen einer klaren und einheitlichen Vorstellung vom Aufbau und von der Entstehung des Nervensystems aus Zellen und von dem Verhältnis der Nervenfasern zu den Ganglienzellen. Um diese Fortschritte richtig zu würdigen, muss man sich vergegenwärtigen, welche Unsicherheit in dieser Beziehung noch in den 70er Jahren geherrscht hat. Zwar erfreute sich die Annahme, dass die Axenzylinder mancher Nervenfasern des peripheren und zentralen Nervensystems Ausläufer von Ganglienzellen sind, ziemlich allgemeiner Anerkennung. *Ranvier* hatte die Markscheide und Schwann'sche Scheide der peripheren Nerven auf besondere, den Axenzylinder umgebende röhrenförmige Zellen zurückgeführt. Doch war z. B. ein ganz sicherer Beweis selbst für den Ursprung der Axenzylinder der vorderen Wurzelfasern aus den grossen Zellen des Vorderhorns nicht erbracht. Die hinteren Wurzelfasern (Axenzylinder) liess man vielfach aus Zellen des Hinterhorns direckt hervorgehen. Man stand nicht an, sich Axenzylinder an beiden Enden direkt und ungeteilt mit Ganglienzellen in Verbindung zu denken, andererseits liess man Axenzylinder an beiden Enden sich verästeln, resp. am einen peripheren Ende sich verzweigen und am andern zentralen Ende verzweigt oder unverzweigt mit einem zentralen Fasernetz oder einem Netz protoplasmatischer Fortsätze zusammenhängen. Bezüglich der Histogenese wurde von *Gœtte*,

Balfour, *Dohrn* die besondere Annahme vertreten, dass bei den peripheren Nerven Axenzylinder und kernhaltige Scheide beide zugleich aus einfachen Reihen aneinander gefügter Zellen entstehen (Zellkettentheorie).

Für alle diese Fragen brachten die Untersuchungen und Feststellungen von *His* willkommene und unerwartete Aufklärung. Nach den Untersuchungen von His entsteht die nervöse Leitungsbahn aus anfänglich selbständigen und ringsum isolierten Zellen, die teils im Medullarrohr, teils in den primitiven Ganglienanlagen gelegen sind; aus denselben wächst je 1 Axenzylinderfortsatz (Axon oder Neurit) hervor, wobei die Zellen zuerst birnförmig werden (Neuroblasten). Die Axonen oder Neuriten, welche die Axenzylinder der vorderen Wurzelfasern bilden, stammen aus ventralen Zellen des Medullarrohres; sie wachsen durch die Lücken des Myelospongiums (Randschleier) bis zur Oberfläche des Medullarrohres und weiter über dieselbe hinaus zu den Muskelanlagen.

Auf der anderen Seite der Neuroblasten bilden sich später Dendritenfortsätze, resp. an den Zellen der Ganglien die peripheren Fortsätze. Wo ein Neurilem auftritt, entsteht dasselbe durch sekundäre Anlagerung und Herumlagerung von Zellen des Mesoderms. Erst sekundär treten die Nervenzellen mit ihren Ausläufern unter sich resp. mit den Endorganen in Verbindung zur Herstellung der kontinuierlichen Leitungsbahn. Alle Axenzylinder und protoplasmatischen Teile der Nervenzellen stammen in dieser Weise von Zellen des Medullarrohres und der Ganglienleiste und also vom Ektoderm. Letzteres gilt auch für die Elemente des sympathischen Nervensystems. Jede Nervenfaser (Axenzylinder) ist also nur an einem Ende mit einer Ganglienzelle (Ursprungszelle) verbunden, nach der anderen Seite verästelt sich die Faser und endet ursprünglich frei. Für die sensiblen Fasern und hinteren Wurzelfasern liegen die Ursprungszellen in den Spinal- oder Kopfganglien, in dem Gehirn oder Rückenmark finden sich die Endverzweigungen der hinteren Wurzelfasern resp. ihrer Analoga im Hirnnervensystem.

Diese Auffassung wurde durch *Vignal*, *Sagemehl*, u. a., insbesondere aber mit Hilfe der Golgimethode durch *R. y. Cajal. van Gehuchten*, *Lenhossek* in schöner Weise bestätigt.

Da bis dahin im allgemeinen der Begriff Nervenzelle und Ganglienzelle vielfach im Gegensatz zu den Nervenfasern (Axenzylinder und allfällige Hüllen) gebraucht worden war, so musste die Einführung eines besonderen Ausdruckes für die embryonale Nervenzelle mit allem, was aus derselben hervorgeht, willkommen sein.

Waldeyer hat in einem vorzüglichen zusammenfassenden Referat: «Ueber einige neuere Forschungen im Gebiete der Anatomie des Zentralnervensystems» 1891 den Ausdruck *Neuron* hiefür geprägt. Kölliker hat an Stelle desselben den Ausdruck Neurodendren oder Neurodendridien vorgeschlagen. Der Ausdruck Neuron hat sich in der Folge allgemein Eingang verschafft, nicht bloss bei denjenigen, welche mit Waldeyer grosses, vielleicht allzu grosses Gewicht darauf legten, dass auch im ausgebildeten Nervensystem die Abkömmlinge der embroyonalen Nervenzellen mit ihren baumartig verzweigten Fortsätzen selbständig und völlig frei enden, sondern auch von allen denen, welche mit His *ursprünglich selbständige und getrennte Nervenzellen annahmen, die Frage jedoch über die Art der Verbindung der Nervenzellen untereinander und mit den Endorganen im ausgebildeten Organismus* (ob blosse Annäherung und Berührung — Kontiguität — oder innigere Verbindung der ursprünglich getrennten Elemente — Kontinuität) *offen liessen* oder sogar eine sekundäre Kontinuitätsherstellung der reizleitenden Substanz wenigstens im Prinzip und für einzelne Fälle als möglich zugaben.

In der Tat haben wohl zur Zeit des Waldeyer'schen Referates und in den darauffolgenden Jahren eine ganze Anzahl namhafter Forscher aus den bisher gewonnenen Forschungsresultaten den Schluss gezogen, dass das Nervensystem in seinem beim nervösen Vorgang direkt beteiligten Anteil aus ursprünglich getrennten, zelligen Elementen sich aufbaue, die man füglich als Neuronen bezeichnen könne, dass aber die Frage, wie innig sich später diese Elemente miteinander verbinden, einstweilen noch nicht spruchreif und in anatomischer Hinsicht so lange von untergeordneter Wichtigkeit sei, als noch nicht eine genauere Einsicht über die Natur des nervösen Vorganges, insbesondere der Bedingungen der Weiterleitung der Erregung vorliege. Vorläufig konnte man sich ja noch das Postulat der

Weiterleitung der Erregung von Neuron zu Neuron in verschiedener Weise erfüllt denken. *Forel* hat es z. B. zuerst ausgesprochen (Einige hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse. Arch. f. Psychiatrie Bd. XVIII, 1887), dass eine solche Weiterleitung möglicherweise auch ohne Kontinuität der nervösen Substanz nach Analogie der Induktion elektrischer Ströme vor sich gehen könne. Andere dachten wohl eher an chemisch-elektrische oder chemische Vorgänge an der Berührungsstelle u. s. w.

Die Ergebnisse der Imprägnation (Ramón y Cajal, Lenhossek, van Gehuchten, Kölliker, Retzius u. a.) sprachen zu Gunsten der Annahme, dass die Territorien der in der Leitung aufeinanderfolgenden Neuronen auch im ausgebildeten Nervensystem noch durch irgend etwas voneinander abgegrenzt oder getrennt und selbständig sind. Es konnte das aber ebenso gut eine mit mehr oder weniger Gewebsflüssigkeit versehene Trennungsspalte, eine Kittschicht oder Kitt mit angrenzender, indifferenter Zellrinde sein. Die Art der Anlagerung der motorischen Nerven an die Muskelfaser, wie man sie auch im einzelnen deuten mochte, musste auf die Möglichkeit engerer und bleibender Verbindung ursprünglich getrennter Teile hinweisen; eben dafür sprachen die Befunde von Held über die Acusticus-Kelche. Und wohl mancher Forscher war geneigt anzunehmen, dass die Verbindungen der Ausläufer eines Neurons mit einem zweiten Neuron einigermassen bleibend und persistent durch irgend welche Haftvorrichtungen gesichert seien. Die Hypothese von *Rabl-Rückhard*, dass die Neuronen amöboid und im stande seien, sich abwechselnd zu fassen und voneinander zurückzuziehen, woraus sich u. a. das plötzliche Abreissen und die plötzliche Wiederverknüpfung von Gedankenfäden erkläre, hat im allgemeinen nur geringen Anklang gefunden, ebenso wie die eine Zeit lang von R. y Cajal vertretene Lehre, dass eine vorübergehende Lösung der Kontaktverbindung durch Kontraktilitätserscheinungen der Neuroglia zu stande gebracht werde.

Aus dem allem geht hervor, dass im allgemeinen diejenigen, welche nach Waldeyer den Ausdruck Neuron angewendet und die Lehre von dem Aufbau des Nervensystems aus Neuronen vertreten haben, in Uebereinstimmung miteinander das Schwergewicht auf die genetische Seite der Frage gelegt

haben und erst in zweiter Linie darauf, dass auch im fertigen Nervensystem noch die Bezirke der Neuronen in der Regel voneinander anatomisch und färberisch abgrenzbar und funktionell bis zu einem gewissen Grade selbständig seien, während im einzelnen die Anschauungen über die Innigkeit und Beständigkeit der sekundären Berührung und Verbindung ziemlich weit auseinander gingen. Es ist um so notwendiger, das hervorzuheben, als gewisse Kritiker der Neuronenlehre sich ihre Kritik erleichtert haben, indem sie vor allem in Abrede stellten, dass diese Lehre überhaupt mit genetischen Vorstellungen irgend etwas zu tun habe, und indem sie weiterhin die Vertreter der Neuronenlehre ganz genau für das behafteten, was Waldeyer über die Nichtverbindung der Neuronen untereinander formuliert hat. Dies erscheint uns nicht völlig korrekt zu sein. Waldeyer hat wohl den Namen Neuron, aber nicht eigentlich die Neuronenlehre geschaffen. Seine Formulierung des Neuronenbegriffes ist, was die völlig freien Endigungen der Zellfortsätze betrifft, weder damals allgemein als verbindlich angesehen worden, noch kann sie es heute sein.

Die Neuronenlehre durfte man wohl stets definieren als die Lehre von dem Aufbau der nervösen Substanz aus Zellterritorien, welche aus ursprünglich getrennten Nervenbildungszellen hervorgegangen sind und welche auch im ausgebildeten Nervensystem bis zu einem gewissen Grade selbständige anatomische und funktionelle Einheiten darstellen. Das Bestechende und Willkommene der neuen Lehre lag in der durch sie ermöglichten Vorstellung von der Uebereinstimmung zwischen den genetischen, morphologischen, cellulären und den funktionellen Elementen des Aufbaues.

Bei einer Prüfung der Grundlagen dieser Lehre tut man gut, auch fernerhin:

1. die *genetische Seite*,
2. die *anatomisch-physiologische Seite der Frage*, letztere mit Beziehung auf das ausgebildete Nervensystem, auseinander zu halten.

Die *genetische Seite der Frage* habe ich in dieser Gesellschaft in einem im November 1905 gehaltenen Vortrag näher beleuchtet. Ich habe damals die Einwände besprochen, welche einerseits von *Hensen*, andererseits von den Vertretern der „Zell-

kettentheorie", insbesondere in früher Zeit von *Dohrn*, in jüngster Zeit von *Bethe* und *O. Schultze* gegen die His'sche Lehre erhoben worden sind. Von besonderem Gewicht erschien der Hinweis von Bethe auf die Tatsachen der sog. *autogenen Regeneration*. Nach Durchschneidung eines peripheren Nerven degeneriert bekanntlich der periphere Teil des Stumpfes rasch in seiner ganzen Länge unter Schwund der Axenzylinder und Markscheiden und unter eigentümlichen Veränderungen an den Schwann'schen Scheiden, und auch der zentrale Stumpf zeigt eine kleine Strecke weit Degenerationserscheinungen. Nach längerer Zeit aber wird der periphere Stumpf wieder funktionsfähig befunden; es zeigen sich in demselben wieder Axenzylinder. Die herrschende Lehre, durch zahlreiche, sorgfältige Experimente und Untersuchungen gestützt, nahm an, dass diese neuen Axenzylinder aus den unversehrt gebliebenen Axenzylindern des zentralen Nervenstumpfes ausgewachsen und durch die Wundstelle hindurch in die Reste des peripheren Stumpfes eingetreten und in diesen weiter gewachsen sind. Bethe aber in Uebereinstimmung mit einigen früheren Forschern glaubte zeigen zu können, dass neue Axenzylinder im peripheren Stumpf auch auftreten bei weiter Dislokation desselben, in völliger Unabhängigkeit vom zentralen Stumpf.

In meinem früheren Vortrag konnte ich Ihnen bereits über die sorgfältigen Gegenexperimente von *Langley* berichten, durch welche gezeigt wird, dass auch in diesen Fällen ein Zusammenhang der neugebildeten Fasern mit unversehrt gebliebenen Nerven, wenn nicht mit den Axenzylindern des zentralen Nerven, so doch mit andern Nerven, welche an der Wundstelle und am dislocierten Stumpf vorbeigehen, vorhanden sind. Ende 1905 ist nun eine sehr genaue und sorgfältige Arbeit von *Ramón y Cajal* erschienen, welche auf Grund zahlreicher Experimente und einwandfreier neuer Untersuchungstechnik (Silberimprägnation) den Vorgang der Degeneration, das Auswachsen der neuen Axenzylinder aus dem zentralen Stumpf, ihr Vordringen, oft in weiten Umwegen, zum peripheren Stumpf und das Weiterwachsen in demselben auf das Genaueste beschreibt und jede Annahme einer „autogenen" Regeneration ausschliesst. Wenn wirklich in den Schwann'schen Scheiden des degenerierten Nerven, unabhängig von unversehrten, mit ihrer Ursprungs-

zelle zusammenhängenden Axenzylindern, neue Axenzylinder entständen, so würde ein solches Verhalten gewiss sehr dafür sprechen, dass auch in embryonaler Zeit die Axenzylinder in den Schwann'schen Zellen selbst und aus ihrer Substanz gebildet werden (Zellkettentheorie). Auf Grund der erwähnten Untersuchungen ist man nun also zu dem Schluss berechtigt, dass eine solche „autogene" Regeneration der Axenzylinder nicht besteht. Unaufgeklärt sind zur Zeit nur die höchst interessanten Befunde von *Braus*, welcher an transplantierten Extremitäten bei Amphibienlarven, scheinbar ohne irgend welche Verbindung mit anderen intakten Nerven und Nervenzellen, die Nerven sich entwickeln sah. Nach Held könnte es sich hier um versprengte, in der transplantierten Extremität selbst liegende Neuroblasten handeln. Doch liegt es wohl näher, *vorläufig* an die Möglichkeit zu denken, dass ähnlich wie bei den Langley-Bethe'schen Versuchen auch hier zentrale Verbindungen der Axenzylinder der transplantierten Extremität vorhanden sind, und dass es mit der neuen Silbermethode vielleicht gelingen wird, diesen Zusammenhang aufzudecken.

Ich konnte Ihnen ferner noch über ein wichtiges Experiment von *Harrison* berichten. Derselbe entfernte bei jungen Froschlarven den dorsalen Teil des Medullarrohres mit den eben deutlich gewordenen Ganglienanlagen. Die vorderen Wurzelfasern sprossten nun in diesen Fällen als nackte Axenzylinder aus und wuchsen als solche weiter, ohne Bildung kernhaltiger Schwann'scher Scheiden. Es geht aus diesen Experimenten hervor, dass die Axenzylinder gemäss der His'schen Lehre nicht aus dem Zellenleib der Schwann'schen Zellen entstehen. Andererseits scheint es nach diesen Experimenten, dass die Schwann'schen Zellen nicht, wie His annahm, aus dem Mesoderm stammen, sondern wahrscheinlich von den Ganglienanlagen.

Was aber die Befunde von Bethe und O. Schultze über die embryonale Entwicklung der peripheren Nerven aus Zellketten betrifft, so haben wir auf die Schwierigkeit des Gegenstandes hingewiesen, welche die Schlüsse dieser Autoren durchaus nicht als zwingend erscheinen lässt, andererseits aber hervorgehoben, dass auch die Untersuchungen von His nicht völlig einwandsfrei erscheinen, so dass eine Untersuchung mit neuen Methoden dringend wünschenswert sei.

Im Verlaufe dieses Jahres nun hat *Held* auf der Anatomenversammlung in Rostock Präparate vorgelegt und über Untersuchungen berichtet, welche die grösste Aufmerksamkeit verdienen und z. T. vollkommen neue Gesichtspunkte eröffnen. In erster Linie bestätigt Held, dass die von Bethe und O. Schultze untersuchten Embryonalstadien schon zu weit fortgeschritten sind, um an ihnen die Frage nach der Beziehung der Schwann'schen Zellen zur Bildung des Axenzylinders entscheiden zu können. In Wirklichkeit sprossen die Axonen von neuroblastischen Zellen aus. Von Anfang an besitzen sie Neurofibrillen. Doch wachsen sie nicht frei durch die Lücken des Gewebes, wie His angegeben hat, sondern sie dringen *an oder in den Balken des bestehenden Neurogliastützgerüstes im Medullarrohr vor und wachsen ausserhalb des letzteren weiter unter Anlehnung an ein zwischen den Grenzblättern und Mittelgebilden* im Sinne von Hensen *ausgespanntes, auf grosse Strecken kernfreies Balkenwerk.* Später erst schieben sich von bestimmten Stellen her die Schwann'schen Zellen über die ausserhalb des Medullarrohres gelegenen Axenzylinder herüber. Die Neuroblasten im Medullarrohr sind nicht frei, sondern gleichsam einzeln oder gruppenweise in das embryonale Myelospongium eingeschaltet, durch Plasmodesmen unter sich und mit dem Stützgerüst zusammenhängend. Die Neurofibrillen des Zellenleibes greifen netzartig angeordnet allmählich ganz um den Kern herum und bilden sich auch in den Protoplasmafortsätzen. Stellenweise, z. B. zwischen Ganglienzellen des Ganglion Gasseri konnte Held ein Anastomosieren der Protoplasmafortsätze und ihrer Fibrillennetze (einmal sogar im Bereich von 5 Zellen) mit Sicherheit zeigen.

Ein Hauptpunkt der His'schen Lehre, das Aussprossen der Axenzylinder von den Neuroblasten des Medullarrohres oder der Ganglienanlagen, wird also durch Held bestätigt. Die Verbindung der Axenzylinder mit den peripheren Endorganen (Muskelfaser) muss demnach, so innig sie sich auch gestalten mag, sekundär sein. Es scheint auch, nach den bis jetzt vorliegenden Mitteilungen von Held zu schliessen, dass die Verbindung der Axonen in der Richtung der Nervenleitung mit neuen Nervenzellen ebenfalls eine sekundäre ist. Bezüglich des Zeitpunktes und der Innigkeit einer allfälligen sekundären Vereini-

gung liegen noch keine Angaben vor. Die frühzeitige Verschmelzung von Dendriten benachbarter Zellen und ihrer Neurofibrillennetze ist einstweilen dargetan nur für Zellen, welche offenbar in der Richtung der Nervenleitung nicht hinter, sondern nebeneinander liegen und einander koordiniert sind. Wie weit ein solches Verhalten allgemeine Geltung hat und auch in späteren Entwicklungsstadien sich erhält, bleibt noch zu ermitteln. Dass die Neuronenlehre durch den in Rede stehenden Befund von Held mindestens eine gewisse Einschränkung und Modifikation erfahren muss, erscheint zunächst ausser Zweifel. In wie weit dies nun aber wirklich der Fall ist, soll weiter unten noch näher in Berücksichtigung gezogen werden.

Ich wende mich nun zur *anatomisch-physiologischen Seite der Neuronenlehre*, die Bezug hat auf das ausgebildete Nervensystem.

Durch die bisherigen Forschungen über die Histogenese des Nervensystems ist festgestellt, dass in der Richtung der Leitung der Erregung aufeinander folgende Neuroblasten anfänglich getrennt voneinander vorhanden sind und nachträglich erst, früher oder später, durch weiter auswachsende Fortsätze miteinander in Berührung und mehr oder weniger gesicherte Verbindung treten. Es fragt sich nun, ob nach Herstellung dieser Verbindung die einzelnen Neuronen in anatomischer und physiologischer Hinsicht noch eine gewisse Selbständigkeit bewahren, in welchem Fall weiter zu untersuchen ist, ob sich die physiologische Selbständigkeit nur auf die Ernährungs- und Wachstumsverhältnisse bezieht oder auch auf die spezifisch nervöse Funktion.

Tatsachen der Degeneration. Trophische Verhältnisse.

Eine gewisse physiologische Selbständigkeit der Zellterritorien, welche den ursprünglich getrennten aufeinanderfolgenden Neuronen einer Leitungsbahn entsprechen, ergibt sich aus den Erscheinungen, welche nach Nervenfaserdurchschneidung auftreten.

1. Im zentralen wie im peripheren Nervensystem degenerieren nach Nervenfaserdurchschneidung die Axenzylin-

der, soweit sie von ihrer Ursprungszelle getrennt sind, verhältnismässig rasch und in ihrer ganzen Ausdehnung mit Einschluss der Endverzweigungen.

2. Der Degenerationsvorgang macht hier in seiner cellulifugalen Ausbreitung zunächst Halt. Später aber zeigt unter Umständen auch der nächstfolgende, dem nächstfolgenden „Neuron" entsprechende Zellbezirk Zeichen der Atrophie.
3. Einige Zeit nach der Nervendurchtrennung zeigen sich auch am zentralen, kernhaltigen Teil des durchtrennten Zellbezirkes Erscheinungen der Degeneration oder Atrophie. Sie sind nach Forel weitergehend und treten rascher auf, wenn die Faser in der Nähe des zentralen Zellkörpers, als wenn sie in grösserer Entfernung von demselben durchtrennt ist. In neuerer Zeit sind diese zentralen Zell-Atrophien genauer mit guten Methoden studiert und zur Aufdeckung des Faserverlaufes mit Erfolg verwertet worden (van Gehuchten u. a). Die erwähnten Erscheinungen der Degeneration und Atrophie gelten im allgemeinen als Beweis dafür, dass die Ernährung und dass die lebens- und funktionserhaltenden trophischen Vorgänge im ganzen Gebiet eines Zellbezirkes (Neurons) vom zentralen kernhaltigen Teil aus reguliert und teilweise wenigstens unterhalten werden. Eine Verletzung der Zelle näher dem Kern bedeutet für den kernhaltigen Rest eine grössere Schädigung. Doch hat *Forel* wohl mit Recht darauf hingewiesen, dass möglicherweise auch der grössere oder geringere Ausfall der spezifisch nervösen Funktion für diesen Rest von Bedeutung ist.

Die in Rede stehenden Erscheinungen beweisen also *eine physiologische Selbständigkeit der Territorien, welche den Neuronen entsprechen, in trophischer Hinsicht.* Solches wäre an und für sich nicht unvereinbar mit der Annahme eines kontinuierlichen anatomischen Zusammenhanges der lebendigen Substanz aufeinanderfolgender Zellterritorien, wenn man die Feinheit der Verbindungen berücksichtigt. Wenn aber nach Läsion eines ersten Zellgebietes nachträglich auch ein zweites darauf folgendes Gebiet atrophiert

und es wahrscheinlich ist, dass hierbei die Veränderung der spezifischen Funktion eine Rolle spielt, so äussert sich nun jedenfalls ein solcher Einfluss am zweiten Neuron später und anders als am ersten: *die Verhältnisse der spezifischen Funktion unterliegen also zellbezirks- oder neuronenweise* anderen Bedingungen.

Zahlreiche physiologische Tatsachen drängen zu der Annahme, dass in den Weg der Weiterleitung einer nervösen Erregung Glieder eingeschaltet sind, deren Zustand je nach Umständen ein verschiedener sein kann, so dass je nach Umständen der Erregungsvorgang, örtlich und zeitlich, quantitativ und qualitativ in verschiedener Weise durch sie modifiziert von Stelle zu Stelle weiter geleitet wird. Andererseits lehrt die Physiologie, dass in den Axenzylindern der peripheren Nerven die nervöse Erregung von einer Reizstelle aus nach beiden Seiten mit vergleichsweise geringer Veränderung der Geschwindigkeit und Energie und sozusagen ohne Widerstand selbst bei noch so grosser Länge der Bahn weiterschreitet. Jene Modifikationsvorgänge, die wir als *zentrale Vorgänge* bezeichnen, müssen sich deshalb wohl an Stellen der Leitungsbahn abspielen, welche sich anders verhalten, auch in anatomischer Hinsicht, als die einfachen Axenzylinder der peripheren Nerven.

Es kommen nun für die Leitungsbahn im allgemeinen 3 verschiedenartig konstruierte *Strecken* in Betracht:

1. Die *Nervenfaserfortsätze* der Zellen (die unter Umständen, von besonderen Hüllen umgeben, als *Axenzylinder* erscheinen können), resp. Zweige von solchen, die durch baumförmige Verästelung ohne Anastomosenbildung gebildet sind.
2. Die sog. *protoplasmatischen* Teile des zentralen Zellenleibes und der Protoplasmafortsätze oder Dendriten.
3. Teile, welche die Leitungsverbindung herstellen zwischen den Endverzweigungen von Nervenfaserfortsätzen einerseits und den protoplasmatischen Teilen eines benachbarten Nervenzellterritoriums andererseits.

Ueber die Natur der letzteren wollen wir uns zunächst nicht äussern. Ihr Gebiet soll als *Verbindungszone*, *Zwischenzone* oder *intermediäre Zone* bezeichnet werden. Was die protoplasmatischen Teile betrifft, so halten wir dafür, dass entgegen der

Meinung von Golgi, welcher ihnen eine bloss trophische Funktion zuschrieb, ihre Beteiligung bei dem spezifisch nervösen Vorgang als Leitungsbahn der nervösen Erregung insbesondere durch die von R. y Cajal namhaft gemachten Tatsachen erwiesen ist. Im zentralen Nervensystem wird im allgemeinen die nervöse Erregung von den Endverzweigungen eines Nervenfaserfortsatzes aus durch die Verbindungszone auf die protoplasmatischen Teile eines folgenden Zellterritoriums übertragen und von diesem auf den in der Regel zunächst einfachen Nervenfaserfortsatz dieses Territoriums. Dies ist in den Figuren 1 A und B schematisch dargestellt. Diese Figuren stellen kürzeste Reflexbahnen dar, von der Haut, einer Sehne, einem Muskel zu einem Muskel. Die Verbindungsstrecken bei V sind offen gelassen. In Fig. 1 A ist I der protoplasmatische Teil des Zellbezirkes einer Spinalganglienzelle, II derjenige einer vorderen Wurzelzelle im Vorderhorn des Rückenmarkes. Diese Leitungsbahn ist also 2gliedrig. In Fig. 1 B ist eine 3gliedrige Leitungsbahn dargestellt. An solchen einfachsten Leitungsbahnen lassen sich bereits eine Reihe wichtiger zentraler Vorgänge beobachten.

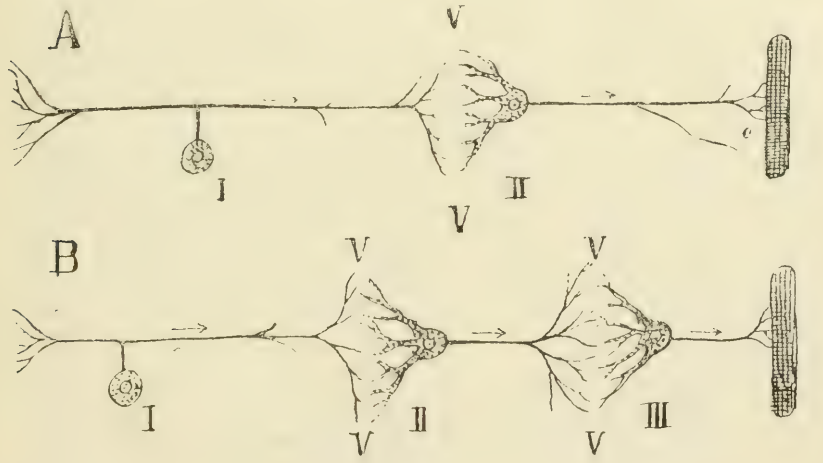


Fig. 1.

A. Vor allem kommen in Betracht: *Aenderungen in den zeitlichen Verhältnissen* des Fortschreitens der Erregung *und in den Intensitätsverhältnissen.*

1. Verzögerung in der Weiterleitung der Erregung in den zentralen Teilen gegenüber der Geschwindigkeit ihres Fortschreitens in den Nervenfasern (Axenzylindern).

   Nach den Untersuchungen von Wundt erfährt die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der nervösen Erregung beim Passieren eines Spinalganglions eine Verzögerung von 0.003″. Die Richtigkeit dieser Angabe wird aber von andern Forschern bestritten. Es könnten hier in der Tat besondere Verhältnisse vorliegen. Nach Gad und Joseph zeigt sich bei der Auslösung der Atemreflexe im Vergleich zu der Zeit, welche gebraucht würde, wenn der Anstoss durch eine kontinuierliche Nervenfaser zum Muskel gelangte, eine Verzögerung von 0.036″. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine mehr als zweigliedrige Kette und ist mehr als eine Zwischenzone und — abgesehen von der Spinalganglienzelle mehr als ein protoplasmatischer Bezirk zu passieren. Übrigens hängt bei solchen Versuchen alles von der Art des Reizes ab.
2. Verlängerung der Erregungswelle, Änderungen des Rhythmus. Kurze 1malige Reizung der motorischen Nerven gibt einfache Zuckung. Dagegen hat selbst eine starke Einzelreizung oberhalb der motorischen Wurzelzelle keine Wirkung auf den Muskel. Rasch aufeinander folgende Einzelreizungen des Muskelnerven bewirken im Muskel entsprechende Folgen von Zuckungen; gleich rasch wiederholte Reizung oberhalb der Wurzelzellen dagegen gibt Tetanus mit einer dem Muskel resp. den innervierenden Ganglienzellen eigentümlichen Oscillationsfrequenz (Eigenton des Muskels). Nach *Kronecker* und *Stanley-Hall* erhält man z. B. bei 43 Reizungen des Muskelnerven pro Sekunde 43 Vibrationen, bei gleicher Reizung aber des Rückenmarkes rückwärts von den Wurzelzellen nur 20 Muskelvibrationen.
3. Vorgang der Ladung. Langsam wiederholte Reize des Anfangsteils einer Reflexbahn können ohne Reaktion bleiben, während bei genügend rascher Wiederholung eine tetanische Muskelkontraktion ausgelöst wird. Jedenfalls muss man annehmen, dass die ersten Erregungen in

der Leitungsbahn zunächst weitergeleitet werden, aber irgendwo unterwegs, doch nicht in den Nervenfasern, stecken bleiben. Es muss aber an dieser Stelle eine Zustandsänderung bewirkt werden. Und es muss eine Vergrösserung dieser Veränderung durch geeignet rasche Wiederholung des Reizes zustande kommen (Summation), bis eine bestimmte Höhe der Veränderung erreicht ist, bei welcher die dem Weiterschreiten der Erregung entgegenstehenden Widerstände bei Seite geschoben werden. (Man pflegt dies als Überschreitung der Reizschwelle zu bezeichnen.) Die in den motorischen Nerven eintretende Erregungswelle zeigt dann aber gegenüber den ursprünglichen Einzelerregungen (eventuell auch gegenüber der Summe der Einzelerregungen) ein Inkrement an Energie. Es handelt sich also um Stellen, wo gewissermassen aufeinanderfolgend eine allmähliche Ladung und Überladung stattfindet, durch welch letztere dann eine weitgehende kräftige Entladung ausgelöst wird.

Diese Folge von Erscheinungen ist nun vielleicht im Prinzip weder verschieden von dem, was im wenig differenzierten Protoplasma der Amoebe, noch von dem, was in dem eigenartig differenzierten leitenden Teil der Nervenfaser bei der Fortleitung nervöser Erregung geschieht. Auch in der Nervenfaser handelt es sich wohl kaum um einen rein physikalischen Vorgang, sondern um einen zusammengesetzten chemisch physikalischen Prozess, der in zeitlicher Aufeinanderfolge an örtlich aufeinander folgenden protoplasmatischen lebenden Teilchen sich wiederholt. Ein Teilchen wirkt durch die von ihm ausgehende kinetische Energie auf das nächste und erregt dasselbe. Der Erregungsprozess des einzelnen Teilchens besteht wohl auch hier in einem ersten Vorgang der Vorbereitung und wenn auch noch so minimalen Ladung und aus einem daran sich schliessenden Vorgang der Überladung und minimalen Entladung. Die bei der Entladung frei werdende kinetische Energie leistet Arbeit am nächsten Teilchen und erregt dasselbe. Die Veränderung an jedem Teilchen ist auch hier mit wenn auch

noch so geringem Stoffumsatz verknüpft. — Die Beobachtungen über wechselnd grosse Erregbarkeit des Nerven und über die elektrischen Erscheinungen bei dem Leitungsvorgang sind wohl mit einer solchen Vorstellung nicht unvereinbar.

Der Prozess der Fortleitung der Erregung im Axenzylinder ist dann aber dadurch ausgezeichnet, dass die Art und Grösse des Erregungsvorganges beim Fortschreiten von Teilchen zu Teilchen sich relativ wenig ändert, der Stoffumsatz minimal ist, während es sich bei den eigentlichen zentralen Ladungsvorgängen offenbar um eine höhere Summation, um grössere Zustandsänderungen und um grössere Werte der auf einmal ausgelösten Entladungsenergien handelt. Im Axencylinder wird auch der leiseste Anstoss unverzüglich und sozusagen unverändert von Teilchen zu Teilchen weitergeleitet, so dass tatsächlich bis jetzt hier selbst für feinste Reize das Phänomen der Reizschwelle, der Summation, Ladung und Entladung nicht hat beobachtet werden können. Diese Erscheinungen können deshalb tatsächlich als charakteristisch für die zentralen Teile gegenüber dem Axenzylinder angesehen werden. Von ihnen hängen auch alle die zeitlichen und phasischen Veränderungen ab, welche der Strom der Erregung in den zentralen Strecken erfährt. Die Verschiedenheit der Verzögerung, je nach der Art des Reizes, wird dadurch verständlich. Bei kleinen Einzelreizen, die allzu langsam auf einander folgen, ist die Verzögerung gleichsam absolut und unendlich gross. Bei genügend starken oder genügend rasch wiederholten Reizen aber kann die zeitliche Verzögerung erheblich herabgemindert sein (Kronecker). Solches ist auch der Fall, wenn z. B. durch Strychnin die Reizschwelle erniedrigt ist.

4. Das zentrale Phänomen der Ladung muss geknüpft sein an die Gegenwart grösserer Mengen von geschützt aufgespeicherten erregbaren Stoffen und an besondere Speicherungs- und Ladungseinrichtungen.

Ein weiterer zentraler Vorgang, der auf die Anwesenheit besonderer Mengen aufgespeicherter erregbarer Substanz

in den Leitungsbahnen hinweist, die jedenfalls anderswo liegt als in den Nervenfaser- oder Axenzylinderstrecken, ist das oft zu beobachtende Anwachsen der Intensität der Erregungswelle. Eine sehr kleine Erregung eines sensibeln oder sensorischen Nerven, oder ein ganz unbedeutender, anscheinend vom Gehirn ausgehender Erregungsvorgang in einer Leitungsbahn, kann in seinem Fortschreiten bis zum motorischen Nerven ein solches Inkrement gewinnen, dass eine sehr mächtige Muskelreaktion hervorgerufen wird.

Zum Anwachsen der Intensität der Erregungswelle bei ihrem Weiterschreiten kommt häufig eine Ausbreitung auf eine grössere Zahl von Leitungsbahnen, wovon später noch die Rede sein soll.

5. Zum Schluss sei auch noch auf die Erscheinungen der Ermüdung und Erholung hingewiesen, welche wesentlich nur an den zentralen Teilen zu beobachten sind.

Dass die Leitungsstrecken, welche den Bau von Nervenfasern resp. Axenzylindern haben, nicht in Betracht kommen können als Stellen, wo erregbare Stoffe in besonderer Menge aufgespeichert sind, steht nach den Experimenten der Physiologie ausser Zweifel. Es kann sich also nur entweder um die Zwischenzonen oder um die protoplasmatischen Strecken handeln. Es müssen die aufgespeicherten Stoffe in die Leitungsbahn selbst eingeschaltet sein. Die Strecke der Leitungsbahn, wo diese Speicherung stattfindet, muss durch lebhafteren Stoffwechsel und durch besonders günstige Ernährungsgelegenheit ausgezeichnet sein und wohl auch durch die Anwesenheit von Vorstufen und von Umsatzprodukten der bei der Erregung verbrauchten Substanz.

Alle diese Bedingungen können offenbar am ehesten verwirklicht sein in den protoplasmatischen Strecken der Leitungsbahn.

a. Die reichliche Blutversorgung der grauen Substanz weist auf lebhaften Stoffumsatz in den protoplasmatischen Teilen hin, doch können auch die Zwischenzonen da-

von Nutzen ziehen, ja es könnten allenfalls die Nervenfaserfortsätze von den zentralen Zellteilen her Stoffe zugeführt bekommen. Auch die Anwesenheit besonderer, lebhaftem Stoffwechsel unterworfener Substanzen in den protoplasmatischen Teilen würde an und für sich noch keine sicheren Schlüsse mit Bezug auf den reichlicheren Verbrauch erregbarer nervöser Substanzen gerade in den protoplasmatischen Teilen erlauben. Berücksichtigt man aber den geringen Betrag des Stoffumsatzes bei anhaltender Inanspruchnahme nur des peripheren Nerven, und andererseits den Umstand, dass die in den protoplasmatischen Teilen nachweisbaren besonderen Substanzen, namentlich diejenigen der Nissl-Granulationen gerade dann weitgehende Veränderungen erfahren, wenn anhaltende und intensive zentrale Vorgänge der oben bezeichneten Art vor sich gegangen sind, so erscheint der Schluss vollauf berechtigt, dass die Speicherung und Entladung erregbarer nervöser Substanzen an die protoplasmatischen Teile der Strecke geknüpft ist. Aus der Verteilung der Nissl-Granulationen oder anderer Substanzen im Protoplasma, welche bei den nervösen Funktionen Veränderungen erfahren und irgendwie als Vorstufen oder Umsatzprodukte der bei der Erregung veränderten und verbrauchten Substanz gedeutet werden können, lässt sich nicht der geringste Anhaltspunkt dafür gewinnen, dass sie etwa zu den Zwischenzonen oder Verbindungszonen in besonderer Beziehung stehen.

b. Die meisten Agentien, welche alterierend oder schädigend auf die Funktionsfähigkeit des Nervensystems einwirken (Ernährungsstörungen, Blut- oder O-Mangel, vermehrter Sauerstoff- oder Kohlensäuregehalt des Blutes, Narcotica etc.), wirken viel stärker auf die protoplasmatischen Teile, an denen sie mitunter anatomisch nachweisbare Veränderungen hervorrufen können, als auf die Fasern. Letztere scheinen unter Umständen in ihrer Leitungsfähigkeit gar nicht beeinflusst. *Curare* wirkt vorzugsweise auf die motorischen Nervenendigungen, die man allenfalls in die Verbindungsstrecken einreihen kann, die aber

wegen ihres Protoplasmareichtums doch eine besondere Stelle einnehmen. *Nicotin* lähmt im sympathischen Nervensystem nicht die Fasern, sondern nur die protoplasmatischen Teile, mit Einschluss vielleicht der protoplasmareichen Endverzweigungen. *Cocain* beeinflusst besonders die sensiblen Nervenendigungen; es ist nicht ausgeschlossen, dass auch hier protoplasmatische Endteile mit besondern erregbaren Substanzen vorhanden sind. Aber selbst wenn man zugibt, dass vielleicht die letzten und die feinsten Endverzweigungen der Nervenfasern mit Einschluss der im Verlauf der eigentlichen nervösen Leitungsbahn in den Zwischenzonen gelegenen einen mehr protoplasmatischen Charakter haben und in besonderem Masse erregbar und durch schädigende Einflüsse alterierbar sind, so wird damit die Anschauung von der Besonderheit der protoplasmatischen Strecke für den nervösen Vorgang nur bekräftigt.

Aus all dem Angeführten ergibt sich eine Bestätigung der *alten Auffassung, dass die Nervenfasern und Axenzylinder in besonderer Weise zur möglichst unveränderten und raschen Weiterleitung des Erregungsvorganges eingerichtet sind, während an die protoplasmatischen Teile Einrichtungen geknüpft sind zur reichlicheren Vorbereitung und Speicherung von nervös erregbaren Stoffen, und dass letztere die Stellen sind, wo vorzugsweise der Erregungsstrom hinsichtlich seiner zeitlichen und phasischen Verhältnisse, sowie hinsichtlich der Intensität Veränderungen erfährt.* Insofern als jedes Nervenzellterritorium, das aus einem embryonalen Neuron hervorgegangen ist, eine solche protoplasmatische Strecke mit Kern besitzt, die von der folgenden protoplasmatischen Strecke des nächsten Zellterritoriums der Leitung durch eine Nervenfaserstrecke getrennt ist, und insofern als sie einen besonderen funktionellen Zustand besitzen kann, ergibt sich auch für die in der Leitungsbahn des ausgebildeten Nervensystems aufeinanderfolgenden ganzen Zellglieder, welche den Neuronen des Embryo entsprechen, innerhalb gewisser Grenzen eine funktionelle Selbständigkeit mit Bezug auf den nervösen Vorgang.

Wenn die protoplasmatischen Teile der Leitungsstrecke in ganz besonderer Weise empfindlich sind gegenüber Ernährungs-

störungen und Nervengiften, so liegt es natürlich nahe anzunehmen, dass gerade in ihnen durch physiologische Schwankungen des Stoffwechsels und Ernährungszustandes die Verhältnisse der Erregbarkeit und Erregungsgrösse geändert, ja vielleicht selbst *autogene Erregungen* hervorgerufen werden können, und zwar für verschiedene Zellterritorien unter Umständen in verschiedener Weise. Man wird ferner von vornherein geneigt sein zu vermuten, dass nervöse Einflüsse, welche auf den Gang der Erregung in einer Leitungsbahn von seiten einer zweiten Leitungsbahn her alterierend einwirken, Einflüsse der sogenannten *Hemmung* oder *Bahnung* vorzugsweise an den protoplasmatischen Strecken sich geltend machen, und dass die zweite Leitungsbahn mit der ersten vorzugsweise an diesen Stellen zusammentrifft. Weiteres zu Gunsten dieser Annahme wird sich ergeben aus dem Nachweis, dass die Vorgänge der Einengung und der Ausbreitung des Nervenstroms aller Wahrscheinlichkeit nach von Veränderungen in den protoplasmatischen Strecken abhängen.

Zwischen- oder Verbindungszonen. Wir haben die Frage nach der Natur der Verbindung zwischen den Nervenzellterritorien, welche den Neuronen entsprechen, mit Absicht bis jetzt offen gelassen, weil die Art dieser Verbindung in der Tat zur Zeit noch nicht endgültig und vollständig aufgeklärt ist. Damit ist aber nicht gesagt, dass wir über die Verbindungs- oder Zwischenzone gar nichts wissen, oder dass jede beliebige Annahme über dieselbe zulässig ist. Es muss vielmehr betont werden, dass nach den Untersuchungen zahlreicher zuverlässiger Autoren, welche mit der vitalen Methylenblaufärbung, mit den Golgischen Methoden und mit den neuen Neurofibrillenmethoden von R. y Cajal und Bielschowsky gearbeitet haben, übereinstimmend festgestellt ist, dass die Endverästelungen der Axonen, ohne Anastomosen miteinander einzugehen, jedenfalls bis nahe an die protoplasmatischen Teile der darauf folgenden neuen Nervenzellen herantreten. Fraglich bleibt nur das Verhalten in der unmittelbaren Nähe der protoplasmatischen Teile. Ramón y Cajal und seine Schüler, van Gehuchten, Lenhossek, Kölliker u. a. nehmen freie Endverästelungen ohne Anastomosenbildung an,

die sich an die protoplasmatischen Teile des folgenden Zellbezirkes mehr oder weniger innig anlegen. Die Gegner der blossen Kontaktlehre behaupten, dass hier nicht nur eine Anlagerung besteht, sondern ein kontinuierlicher Zusammenhang der leitenden nervösen Zellsubstanz (resp. der leitenden Fibrillen). Die Unterbrechung der Färbung oder Imprägnation an der Vereinigungsstelle soll darauf beruhen, dass die betreffenden Methoden die letzten feinsten, zartesten Verbindungsbrücken nicht darstellen, während dieselben z. B. durch die Apathy'sche Goldmethode bei den Wirbellosen deutlich gemacht würden; oder aber man wendet ein, dass z. B. infolge der schrumpfenden Einwirkung der Silberbehandlung die vielleicht imprägnierbaren Brücken abreissen. Ähnliche Umstände sollen auch Schuld daran sein, dass feinste Anastomosen unter den letzten Endverzweigungen der Axonen nicht zur Darstellung gelangen. Es besteht auch eine Kontroverse darüber, ob ein nach Golgi imprägnierbares feines Netz an der Oberfläche der protoplasmatischen Teile bei Nervenzellen der Wirbeltiere (Golgi-Netze) als nervös oder als zur Neuroglia gehörig zu denken ist, und ob es mit den Neurofibrillen der protoplasmatischen Teile zusammenhängt oder nicht. Aber selbst wenn ein kontinuierlicher Zusammenhang zwischen der nervösen Substanz der Axonen und der protoplasmatischen Teile bestände, so müsste man sich die Verbindungsbrücken und ein allfällig von ihnen gebildetes Netz äusserst zart denken. So nimmt z. B. Apathy bei den Wirbellosen ein äusserst zartes, aus nackten Fibrillen bestehendes verbindendes Netz (Elementargitter) an. Dass gerade in diesen feinen und der Tiefe nach sehr wenig ausgedehnten Gebilden besonders wirksame Speicherungseinrichtungen und besonders reichliche aufgespeicherte Substanzen vorhanden sein sollten, ist sehr wenig wahrscheinlich. *Nissl* freilich nimmt an, dass in der Zwischenzone in erheblicher Menge eine besondere, rätselhafte Substanz vorhanden sei, sein intermediäres, «nervöses Grau». In diese verlegt er vorzugsweise die zentralen Vorgänge mit Einschluss der psychischen. Irgend ein positiver anatomischer Nachweis über das nervöse Grau wird nicht erbracht.

Ob und in wie fern nun bei den bis jetzt besprochenen zentralen Vorgängen auch der *Verbindungs- oder Zwischenzone* eine gewisse Rolle zufällt, lässt sich vorderhand nicht mit Sicherheit

entscheiden. Auch wenn man als sicher annimmt, dass in der protoplasmatischen Strecke der Leitungsbahn vorzugsweise grössere Mengen von erregbarer Substanz aufgespeichert sind, deren Entladung nicht ohne Ueberwindung einer grösseren Reizschwelle, unter zeitlichem Verzug vor sich gehen kann, wobei die Entladung dann den Ausgangspunkt bildet für ein nach Zeit und Intensität verändertes weiteres Fortschreiten der nervösen Erregung in der folgenden Strecke, so kann man sich dabei doch die Art der Verpackung und Sicherung in recht verschiedener Weise denken. Es könnte gewissermassen die schützende Verpackungshülle durch die äussere gemeinsame Rindenschicht der Zelle oder eine besondere Zellmembran gegeben sein, oder aber es existieren in der Zelle einzelne Speicherungsherde mit eigener Sicherung. Ähnliche Verschiedenheiten der Auffassung bestehen ja auch hinsichtlich der Speicherungsvorgänge in anderen Zellen, z. B. der Drüsenzellen. Die ältere Auffassung ging wohl dahin, dass die Drüsenzelle nur im ganzen speichert, mit der Zellmembran als semipermeabel erscheinender Hüllschicht. Die neuere Auffassung (Gurwitsch u. a.) geht dahin, dass mindestens ebenso wichtig die besonderen Speicherungseinrichtungen an einzelnen Bestandteilen des Zellinhaltes sind. Das könnte nun auch für die Nervenzelle zutreffen. Aber es wäre damit durchaus nicht ausgeschlossen, dass auch eine oberflächlichste Abgrenzungsschicht der protoplasmatischen Strecke einen gewissen besonderen Widerstand, nicht bloss für den Durchtritt von Stoffen, sondern auch für die Fortpflanzung der Erregung darbietet und als Reizschwelle dient. Ob bei der festen Verbindung der Enden des Axonen eines Neurons mit den protoplasmatischen Teilen eines folgenden Neurons, die uns nicht unwahrscheinlich erscheint, eine solche trennende Grenzschicht erhalten bleibt oder nicht, ist demnach eine Frage von prinzipieller Bedeutung, die aber heute noch nicht mit Sicherheit beantwortet werden kann. Der Nachweis einer besonderen Grenzschicht an der Verbindungsstelle zweier aufeinanderfolgenden Neuronen würde natürlich bedeuten, dass die funktionelle Selbständigkeit der Zellbezirke, welche wesentlich auf den besonderen Leistungen und der örtlichen Sonderung ihrer protoplasmatischen Strecken beruht, in ganz besonders scharfer und reinlicher

Weise, der ursprünglichen Neuronenabgrenzung entsprechend, auch beim Erwachsenen erhalten geblieben ist.

Oertliche Beeinflussung des Leitungsvorganges. Zum Schluss muss nun noch die Frage geprüft werden, durch welche Strecke der Leitungsbahn die *Vorgänge der Ausbreitung und der Einengung des Reizstromes* vermittelt werden. Diese Vorgänge verdienen ganz besonders als zentrale Vorgänge des Nervensystems bezeichnet zu werden.

Tatsächlich muss irgend eine noch so eng begrenzte Stelle, von der ein Vorgang der Erregungsleitung im Nervensystem ausgehen kann, sozusagen mit jedem Muskel des Körpers und jeder Muskelfaser durch nervöse Leitungswege verknüpft sein, und andererseits jeder einzelne Muskel und jede Muskelfaser sozusagen mit jeder rezeptorischen Stelle des Körpers. Sehen wir doch, dass auf die gleiche Reizung irgend einer sensiblen Stelle oder eines Sinnesorganes hin, je nach den Umständen und je nach dem Hinzutreten dieses oder jenes Nebenumstandes bald diese, bald jene Muskeln, unter Umständen aber ganz ausgedehnte Muskelgruppen, ja fast die gesamte Körpermuskulatur auf einmal in Tätigkeit gesetzt werden. Und umgekehrt kann derselbe Muskel in Tätigkeit gesetzt werden infolge von Reizeinwirkung auf die allerverschiedensten Stellen der rezeptorischen Sphäre. Es kann auch z. B. ein Reflexvorgang von den verschiedensten Stellen her, von der Haut aus oder von höheren Sinnesorganen her (auf Wegen, die durch das Gehirn gehen) beeinflusst und modifiziert, und je nach Umständen gebahnt und verstärkt oder gehemmt und unterdrückt werden.

Alle diese Leitungsverbindungen einer rezeptorischen Anfangsstation mit sehr vielen oder allen motorischen Endstationen und einer motorischen Endstation mit sehr vielen oder allen rezeptorischen Anfangsstationen stehen gewissermassen virtuell zur Verfügung und können unter Umständen benutzt werden, wobei freilich die kompliziertesten Umwege und Zickzackwege gemacht werden und psychische Parallelvorgänge in grösserem oder geringerem Umfange vorhanden sein können.

Eine solche allseitige Verknüpfung der rezeptorischen und der motorischen Endstationen kann nun unmöglich durch lauter einzelne, isolierte, lineare Leitungsbahnen vermittelt sein.

Es würde solches einen Reichtum von Faserzuleitungen zu jeder Endstation verlangen, wie sie in Wirklichkeit nicht entfernt besteht. Die einfachste Überlegung ergibt, dass gemeinsame Anfangsstrecken für eine grosse Zahl von später getrennt weitergehenden Leitungsbahnen vorhanden sein müssen und gemeinsame Endstrecken, in welchen eine grosse Zahl getrennter Leitungsbahnen zusammen kommen. Und zwar kann es sich nicht etwa um eine bloss äusserliche Vereinigung der Leitungsbahnen in einfachen Nervenfasern handeln, wobei jede derselben ein Bündel isoliert leitender Fibrillen darstellt — es würde auch dies lange nicht genügen — sondern nur um ein wirkliches Zusammenfliessen getrennter Nervenströme und um eine Teilung von wirklich einfachen und einheitlichen Strömen. Einrichtungen, welche solchergestalt eine Ausbreitung der Erregung auf mehrere Wege und eine Eindämmung und Einengung der Strömung auf schmale Bahn ermöglichen, haben wir als ganz besonders wichtige zentrale Einrichtungen zu betrachten. Die Orte, wo die Wege sich teilen oder zusammenschliessen und wo gleichsam durch Schleusenwerke die eine Strombahn geöffnet, die andere geschlossen werden kann, verdienen ganz besonders den Namen von *nervösen Zentren*.

Es fragt sich, wo solche *Knotenpunkte resp. Teilungs- und Vereinigungspunkte der nervösen Leitungsbahn* im Nervensystem zu finden sind.

So lange man annehmen darf, dass durch den zentralen Teil einer Ganglienzelle ebensowohl wie durch irgend einen Fortsatz derselben, einen Dendriten oder ein Nervenfaserfortsatz oder irgend ein Zweiglein davon, immer nur ein einziger, ungeteilter Nervenstrom fliesst, der sich ungehemmt im ganzen Querschnitt ausbreitet, sind die Nervenzellen vermöge der Verzweigung ihres protoplasmatischen Teiles und ihrer Nervenfaserfortsätze sehr wohl geeignet, als Knotenpunkte der Leitungsbahn zu dienen, und die Annahme, dass der funktionelle Zustand jeder protoplasmatischen Strecke selbständig für sich abänderungsfähig ist, vermag dann sehr wohl die mannigfaltigen und wechselnden Erscheinungen der Einengung und Ausbreitung des Reizstromes und andere Tatsachen, welche sich auf die wechselnde Bestimmung des Weges beziehen, verständlich zu machen.

In der Tat stellen dann die protoplasmatischen Teile der Nervenzellen die Stellen dar, wo verschiedene, an verschiedenen Oberflächenpunkten der protoplasmatischen Strecke zugeleitete Erregungsströme zusammenfliessen, um als einfacher Strom zum Axenzylinderfortsatz weitergeleitet zu werden, wobei natürlich das Resultat des Zusammentretens der Erregungen je nach Umständen ein sehr verschiedenes sein kann. Im ableitenden Fortsatz wird nun der einheitliche Strom wieder in eine Mehrzahl von Einzelströmen geteilt. Trägt man der Tatsache Rechnung, dass im allgemeinen die Nervenfaserfortsätze einer Nervenzelle ein grösseres Ausbreitungsgebiet haben als die Dendriten und zu einer Mehrzahl von Zellen folgender Ordnung in Beziehung treten, so ergibt sich hieraus zunächst die Möglichkeit der *lawinenartigen Ausbreitung des Nervenstromes.*

In Fig. 2 ist eine solche Anordnung, wie sie z. B. im Rückenmark vorkommt, schematisch dargestellt. Zelle I stellt eine Spinalganglienzelle dar. Von ihr geht eine hintere Wurzelfaser aus, die sich im Rückenmark in einen auf- und absteigenden Ast teilt. Beide Aeste geben Kollateralen ab zur grauen Substanz; durch dieselben wird die Erregung einer Mehrzahl von Nervenzellen IIter Ordnung zugeführt, die wenigstens gruppenweise einander nebengeordnet und miteinander funktionell gleichwertig sind. Von solchen unter sich gleichwertigen Zellen IIa, IIb etc. kann nun die Erregung weitergeleitet werden zu Zellen IIIter Ordnung und von diesen vielleicht direkt zu Muskelfasern. Es kann aber auch von einer andern Gruppe von Zellen IIter Ordnung aus die Erregung direkt zum Muskel gehen. Andererseits kann die Erregung von gewissen Zellen IIIter Ordnung zu solchen IVter Ordnung und von diesen zu Muskelfasern oder wieder zu Nervenzellen weitergeleitet werden u. s. w.

Wenn nun in den verschiedenen virtuell zur Verfügung stehenden Leitungsbahnen die Widerstände für das Fortschreiten der Erregung verschieden gross sind, so genügt dies allein schon bei kleiner Erregung zur Beschränkung der Stromausbreitung, während bei sonst gleichen Verhältnissen eine stärkere Erregung sich naturgemäss weiter ausbreiten wird. Erhebliche Zustandsänderungen einer protoplasmatischen Strecke, mögen sie in trophischen Veränderungen ihren Grund haben (autogene oder

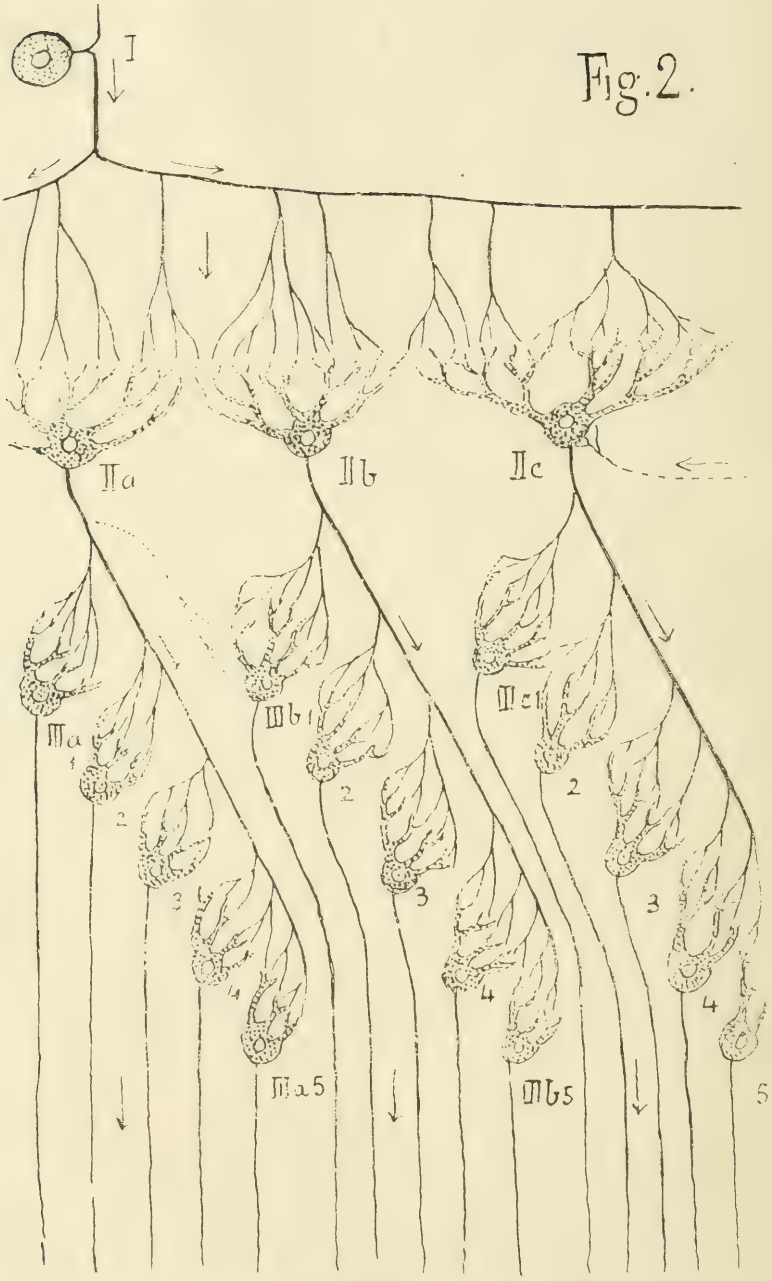


Fig. 2.

hæmatogene Veränderungen) oder durch nervösen Einfluss von anderen Nervenbahnen her veranlasst sein, können dazu führen, hier das Weiterströmen der von einer vorausgehenden Zelle kommenden Erregung zu erleichtern (Bahnung), wodurch vielleicht anderen nebengeordneten Bahnen und Zellen Zufluss entzogen wird, oder aber die Widerstände zu vermehren, ja unter Umständen das Weiterfliessen der Erregung durch diese Stelle völlig zu verhindern (Hemmung). Die Veränderung einer protoplasmatischen Strecke wirkt gleichsam wie das Aufziehen oder Niederlassen einer Schleuse auf den ganzen von der protoplasmatischen Strecke in den Nervenfaserfortsatz tretenden Strom.

So kann in scharfer Weise der Strom auf einige wenige der nebengeordneten Zellen, ja auf eine einzige derselben eingeengt werden und ebenso wieder bei den von hier aus erregten Zellen der folgenden Ordnung. Man wird verlangen müssen, dass mit Zellen einer bestimmten Ordnung nicht Neuriten mehrerer nebengeordneter Zellen der vorhergehenden Ordnung sich verbinden, weil ja sonst der Effekt einer Hemmung oder einer Bahnung in irgend einer dieser vorangehenden Zellen mit Bezug auf die folgenden Zellen wieder aufgehoben würde. Wären z. B. die Zellen III b_1, III b_2, III b_3 nicht bloss mit II b, sondern auch mit Neuriten von II a in Beziehung, so würde eine Hemmung in II b das Weiterströmen von Erregung nach den Zellen III b nicht verhindern. Andererseits ist zu erwarten, dass irgend eine Zelle einer ersten Strombahn durch nervöse Erregung, welche von Zellen einer ganz anderen Kategorie her zuströmt, in ihrem Zustand verändert, d. h. gebahnt oder gehemmt werden kann, und dass eben gerade hiedurch die Wege für den ersten Strom in ganz besonderer Weise bestimmt werden. Dass eine solche zweite Leitungsbahn mit der ersten an einer protoplasmatischen Strecke zusammentreffen wird, erscheint fast selbstverständlich.

In der Tat ist besonders durch die Untersuchungen von Ramón y Cajal für verschiedene Nervenzellen festgestellt, dass an ihre protoplasmatischen Strecken Axonen von ganz verschiedener Art und Herkunft heraustreten, wobei z. B. die Fasern der einen Kategorie sich an die Dendriten, diejenigen der andern Kategorie sich an den zentralen Zellenleib anlegen. Mit der

protoplasmatischen Strecke der Purkinje'schen Ganglienzellen der Kleinhirns treten z. B. mindestens 3 verschiedene Kategorien von Axonen in Verbindung.

Zum Schluss dieser Auseinandersetzung möge folgendes Beispiel den Mechanismus der örtlichen Abänderung des Ganges der Erregung je nach dem Hinzutreten eines Einflusses von dieser oder jener andern Leitungsbahn her erläutern.

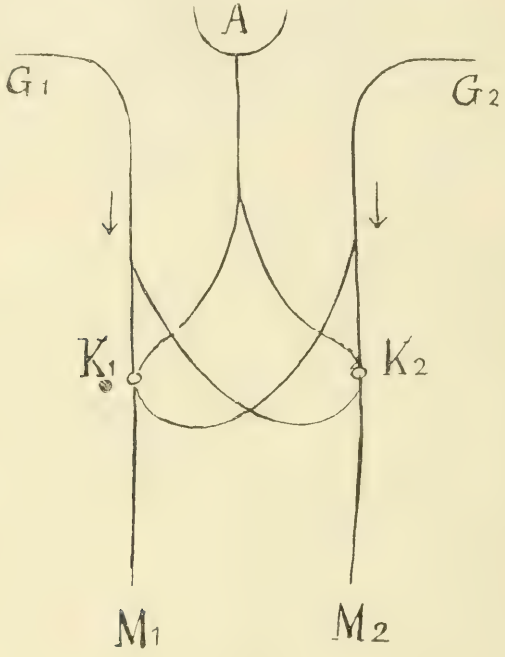


Fig. 3.

Die Schriftzeichen b, m, n, p, u, y werden jeweilen in ganz anderer Weise gelesen und ausgesprochen werden, je nachdem wir wissen, dass es sich um deutsche oder um russische Schrift handelt. Die in beiden Fällen im Auge (A Fig. 3) genau in derselben Weise und in denselben Bahnen beginnende Erregung wird offenbar je nach dem Fall zu anderen Muskelgruppen (M_1 oder M_2) weiter geleitet. Der abändernde Einfluss muss in beiden Fällen vom Gehirn aus zu der vom Auge ausgehenden (ersten) Strombahn hinzutreten. Wir dürfen annehmen, dass dieser beeinflussende Erregungsstrom in beiden Fällen auf verschiedenen Wegen

fliesst (von G_1 oder von G_2 her). Man kann sich vorstellen, dass der Strom von G_1 mit der Leitung AM_1 in K_1 zusammentrifft und auf die protoplasmatische Strecke K_1 bahnend wirkt; zugleich könnte eine Nebenleitung mit AM_2 in K_2 zusammentreffen und dort hemmend auf K_2 einwirken. Analog würde ein von G_2 ausgehender Strom K_2 und K_1 treffen, aber umgekehrt in K_2 bahnen, in K_1 hemmen. Die Folge müsste sein, dass im ersten Fall nur nach M_1, im zweiten Fall nur nach M_2 Erregung gelangt.

Um noch einmal das Erörterte zusammenzufassen: Bei ungehinderter Ausbreitung des Nervenstromes der Quere nach in der Nervenzelle oder in irgend einem Zellfortsatz, stellen die protoplasmatischen Teile der Zellen, insbesondere der zentrale Zellenleib, Knotenpunkte der Vereinigung und Trennung der Nervenstromleitungswege dar. Virtuell ist die Möglichkeit der Ausbreitung der Ströme vorhanden, sobald die ableitenden Fortsätze ein grösseres Ausbreitungsgebiet haben als die zuleitenden. Wenn ferner die protoplasmatischen Strecken jede für sich in besonderer Weise beeinflussbar sind, ist die Möglichkeit der Einengung der Strombahn auf scharf begrenzte engere, je nach Umständen wechselnde Wege gegeben, insbesondere wenn mit irgend einer Nervenzelle aus einer Gruppe nebengeordneter Zellen an der protoplasmatischen Strecke als zuleitende Fasern Neuriten von Zellen verschiedener Kategorie aus anderer Strombahn sich verbinden, nicht aber Neuriten von mehreren oder allen vorangehenden, einander nebengeordneten Zellen derselben virtuellen ersten Strombahn.

Weitere Vereinigungs- und Trennungspunkte der Leitungsbahnen, als die in den zentralen Nervenzellleibern gegebenen sind dann durchaus überflüssig, ja sie würden zum Teil die schärfere Lokalisation und Einengung der Ströme in Frage stellen. In dieser Hinsicht ist folgendes hervorzuheben:

Ob die *Neuriten oder Dendriten einer und derselben Nervenzelle unter sich anastomosieren* oder nicht, ist an und für sich völlig gleichgültig, so lange die zwei soeben aufgestellten Voraussetzungen zu recht bestehen.

Es könnten aber auch *Verbindungen zwischen den protoplasmatischen Teilen* (Dendriten) *verschiedener Nervenzellen* ohne Gefährdung der nötigen örtlichen Strombeeinflussung vorhanden sein, inso-

fern als die miteinander verbundenen Zellen einander nebengeordnet sind, der gleichen Kategorie angehören und nicht einzeln in verschiedener Weise, im Sinne der Bahnung oder Hemmung beeinflusst zu sein brauchen, wenn also diese Zellen stets zusammen miteinander wie die nebengeschalteten Elemente einer Batterie in Wirksamkeit treten. Dann ist selbst ein vollständiger nervöser Ausgleich zwischen den protoplasmatischen Strecken dieser verschiedenen Zellen zulässig. Tatsächlich sind bis in die neueste Zeit immer wieder Beobachtungen namhaft gemacht worden über das Anastomosieren verschiedener Nervenzellen durch ihre protoplasmatischen Teile, so dass ziemlich allgemein zugestanden wird, dass solches in einer gewissen Anzahl von Fällen wirklich vorkommt. Es erscheint mir nun a priori recht wahrscheinlich, dass eine gleichzeitige Funktion ganzer Gruppen von nebengeordneten Nervenzellen namentlich in embryonaler Zeit in grösserem Umfang vorkommt, an Stellen, wo späterhin, im Laufe der weiteren Entwicklung, Hand in Hand mit der fortschreitenden Differenzierung und Spezialisierung der Muskelaktion eine funktionelle und damit auch eine anatomische Selbständigkeit der nebengeordneten Nervenzellen sich ausbildet. Dass *Held* die protoplasmatischen Teile von Nervenzellen (z. B. im Spinalganglion oder im Ganglion Gasseri) frühzeitig beim Embryo in Verbindung miteinander getroffen hat, wäre von diesem Gesichtspunkt aus weniger auffällig. Es ist vorderhand die Vermutung zulässig, dass gerade an solchen Stellen die Verbindungen im weiteren Verlauf der Entwicklung verfeinert, wenn nicht teilweise oder überall gelöst werden, und dass ein solches Verhalten ein recht allgemeines sei. Man wird jedenfalls einstweilen aus den Held'schen Befunden nicht den Schluss ziehen dürfen, dass überhaupt nirgends, weder beim Embryo noch beim Erwachsenen von einer funktionellen Selbständigkeit der protoplasmatischen Strecken die Rede sein könne.

Es erübrigt noch zu untersuchen, was geschehen müsste, wenn bei sonst gleichen Verhältnissen die *Neuritenverästelungen ganz verschiedener Nervenzellen* und Strombahnen sich nicht getrennt an die protoplasmatische Strecke einer folgenden Nervenzelle anlegen, sondern vorher miteinander *zu einem Netz sich vereinigen* und erst durch dieses Netz mit der folgenden

Zelle sich verbinden. Es würde dabei sehr viel darauf ankommen, ob dieses Netz jeweilen bloss mit einer einzigen nachfolgenden Nervenzelle verbunden ist, oder ob ein zusammenhängendes Verbindungssnetz einer Mehrzahl von Zellen vorgelagert ist. Angenommen, dass ein zweiter Nervenstrom, der mit einem ersten Strom in einem Verbindungsnetz zusammentrifft, ebenso mannigfaltig modifizierend, je nach Umständen, auf ihn einwirken kann, nach den zeitlichen und Intensitätsverhältnissen, als wenn er direkt zu den protoplasmatischen Strecken geht, so müsste dabei mit Bezug auf die örtlichen Verhältnisse der Stromausbreitung resp. Stromeinengung im ersten Fall genau dasselbe erreicht werden, als ob der modificierende Einfluss auf die protoplasmatische Strecke der einen, nachfolgenden Nervenzelle einwirkte. Anders würden die Dinge liegen beim Vorhandensein eines ausgebreiteten, vielen Zellen vorgelegten zusammenhängenden Verbindungsnetzes, in dem Zuleitungen verschiedener Herkunft zusammentreffen. Ein scharf begrenzter und lokalisierter, bahnender oder hemmender nervöser Einfluss auf bestimmte Teile der virtuellen Bahn eines ersten Stromes könnte in diesem Falle nicht stattfinden. Es wäre nur eine diffus abgegrenzte, an mehreren folgenden Zellen sich äussernde Einwirkung denkbar. Dasselbe würde sich bei jeder folgenden Verbindungszone wiederholen. Wie es bei einer solchen Einrichtung möglich sein sollte, dass der nervöse Strom unter Einengung auf einen bestimmten Teil der virtuellen Ausbreitungsbahn nur ganz bestimmten Muskelfasern, Muskeln und Muskelgruppen zufliesst, lässt sich absolut nicht verstehen.

Wir haben bis jetzt die Annahme gemacht, dass irgend ein Fortsatz einer Nervenzelle und auch der zentrale Zellenleib, eine der Quere nach einheitliche und einfache Leitungsbahn darstellt; diese Voraussetzung wäre z. B. auch erfüllt, wenn die Leitung den Neurofibrillen entlang geht, diese aber im Innern der protoplasmatischen Teile oder der Nervenfasern zusammenhängende Netze bilden oder aber — in den feinsten Verästelungen — nur in der Einzahl vorhanden sind. Für diese Voraussetzung sind Netzbildungen in den Zwischenzonen, insbesondere verbindende, diffus leitende Netze zwischen aufeinanderfolgenden Gliedern einer Leitungsbahn im allgemeinen überflüssig oder (wenn Lei-

tungsbahnen sehr verschiedenen Ursprungs in ihnen zusammenkommen sollten) geradezu schädlich, indem durch sie in letzterem Fall die scharfe Einengung der Strombahn unmöglich gemacht würde. Man muss annehmen, dass bei dieser Voraussetzung in der Tat nur die protoplasmatischen Strecken der Nervenzellen als Schleusen dienen, und dass die nervösen Zuleitungen, welche auf den Stand der Schleusen Einfluss haben, direkt zu diesen hinführen.

Eine ganz andere Voraussetzung ist es, wenn man annimmt, dass die in neuerer Zeit genauer dargestellten Strukturelemente der nervösen Leitungsbahnen, die „Neurofibrillen"

1. das alleinleitende Element darstellen und dass sie
2. völlig isoliert und ungeteilt verlaufen, wie solches von einigen Autoren, insbesondere von Bethe und Nissl für die Wirbeltiere postuliert wird.

Wenn die Fibrillen wirklich, ohne Anastomosen zu bilden, durch die protoplasmatischen Strecken und von ihnen in die Nervenfaserfortsätze bis zu ihren Enden weiterlaufen und wenn sie wirklich isolierte Leiter darstellen, ohne dass durch irgend eine Art von Influenz die Erregung von einer Fibrille auf die andere übergeht, was für uns gleichbedeutend wäre mit einer Beteiligung der interfibrillären Substanz am Leitungsvorgang, so kann weder die Ausbreitung noch die Einengung des Nervenstromes auf engere Bahn im Bereich dieser Strecken vor sich gehen. Es würde nichts anderes übrig bleiben, als diese Vorgänge in die Verbindungszone zu verlegen.

Es wäre die Forderung eines diffus leitenden Verbindungsnetzes, resp. einer diffus leitenden verbindenden Substanz in der Zwischenzone unerlässlich. Hier müssten Zuleitungen verschiedener Herkunft zusammentreffen und neue isolierte Fibrillenleitungen nach verschiedenen Stellen hin beginnen. Eine scharfe Einengung des Stromes auf einen beschränkten Teil dieser ableitenden Wege durch bahnende und hemmende Vorgänge in der diffus leitenden Zwischenzone wäre aber auch hier kaum denkbar. Hier ebensowenig wie bei dem früher besprochenen Fall könnte man sich vorstellen, wie ein Erregungsstrom, nachdem er durch ein oder durch mehrere dieser Netze hindurch ge-

gangen ist, nur gerade in bestimmte, zu wenigen Muskelfasern oder Muskeln tretende motorische Nervenfasern gelangen sollte.

Eine Kritik der *anatomischen Grundlagen der Lehre* von *Bethe* und *Nissl* ergibt sich nun weiterhin am besten an der Hand eines kurzen Überblickes über die *Geschichte* und den *heutigen Stand der Neurofibrillenforschung.*

Wir verweisen in dieser Beziehung namentlich auf die Angaben von *Bethe* in seiner „Physiologie des Nervensystems 1903" und auf *Retzius:* Punktsubstanz, nervöses Grau und Neuronenlehre. Biolog. Untersuchungen NF XII 1, 1905.

Schon *Max Schultze* hat 1868 und 1871 die Frage vom fibrillären Bau der Nervenzellen und Nervenfasern, über welchen damals bereits verschiedene Beobachtungen von ihm und andern vorlagen, in lichtvoller Weise besprochen. Längsverlaufende Fibrillen waren in den Axenzylindern gefunden; sie konnten in den Nervenzellkörper hinein verfolgt werden.

Max Schultze hat in ihnen das leitende Element vermutet; *v. Kupffer* vermochte zuerst 1883 die Axenfibrillen diskret zu färben. Die folgenden Jahre brachten verschiedene weitere Angaben und Diskussionen der Autoren über die fibrilläre Substanz der Axenzylinder und protoplasmatischen Strecken. Es ist das ganz besondere Verdienst *Apathy's*, die Nervenfibrillen in der zartesten und schärfsten Weise mit Hilfe einer besonderen Goldmethode bei Wirbellosen (Hirudo, Lumbricus u. a.) sichtbar gemacht und genau beschrieben zu haben. Die Neurofibrillen verlaufen nach Apathy in den Nervenfasern isoliert voneinander; der isolierte Verlauf wird aufgegeben

1. in den Körpern der Ganglienzellen,
2. in der zentralen Neuropilmasse der Ganglien und
3. in den innervierten Endorganen (Muskelfasern, Drüsen- und Sinneszellen), indem sich hier überall die Fibrillen teilen und zu einem Netz verbinden.

Im Neuropil der Ganglien sollen die Neurofibrillen aus den hier sich verzweigenden Fortsätzen der peripher von ihm gelegenen Nervenzellen nackt heraustreten und sich zu einem feinsten Netz, dem *Elementargitter* verbinden; es beteiligen sich dabei einerseits u. a. Endfibrillen der zentralen Fortsätze sensibler Nervenzellen, die in der peripheren Zone des betreffenden Ganglions oder im Ober-

flächenepithel gelegen sind, andererseits Fibrillen aus den kurzen Fortsätzen (Dendriten) der motorischen Ganglienzellen. Man kann diese letzteren rückwärts in den Körper der motorischen Ganglienzellen verfolgen. Dort bilden sie zunächst ein äusseres Netz; aus demselben treten radiäre Fibrillen nach innen, um ein inneres Netz um den Kern zu bilden; aus letzterem geht eine starke Fibrille (Fibrillenbündel) in den Hauptfortsatz und durch diesen in den Muskel. Die Fibrillen vermitteln allein die Leitung. Das zu leitende wird im Zellkörper produziert (Apathy 1893). *Bethe* hat eine eigene Methode zur Darstellung der Fibrillen ausgebildet. Angeblich mit Apathy in voller Übereinstimmung, weicht er doch nicht unwesentlich von ihm ab. Er untersuchte wesentlich Wirbeltiere und fand, dass dort die Fibrillen isoliert auch durch die protoplasmatische Strecke hindurch ziehen, und von den zuleitenden Fortsätzen isoliert in die ableitenden übertreten. Bethe nimmt an, dass auch bei den Wirbeltieren die Neurofibrillen aus den Axonen einer Ganglienzelle unter Netzbildungen, welche dem Elementargitter Apathys bei den Wirbellosen entsprechen, an die protoplasmatischen Teile herantreten und sich kontinuierlich in die Fibrillen der protoplasmatischen Strecke fortsetzen. Auch Bethe hält die Fibrillen für das allein leitende, ist aber geneigt, überhaupt den ganzen nervösen Vorgang, insbesondere die zentralen Vorgänge in die Fibrillen zu verlegen. Aus seinen viel besprochenen Experimenten an Carcinus mœnas, einem Kruster, zieht Bethe den Schluss, dass allein durch das Neuropil hindurch, nach Entfernung der zugehörigen umgebenden Ganglienzellen, ein Reflexvorgang mit den Zeichen des zentralen Vorganges (Verzögerung der Leitung etc.) ausgelöst werden kann. Der ganze nervöse Prozess spiele sich demnach ohne Beteiligung des zentralen Protoplasmas einzig in den Fibrillen ab. Gegen diese Deutung des Experimentes müssen wir gleich hier einwenden, dass noch nicht genügend festgestellt ist, in welchem Umfang protoplasmatische Teile der motorischen Ganglienzellen bei den Bethe'schen Experimenten erhalten geblieben sind. Es ist keineswegs ausgeschlossen, dass um die Fibrillen herum auch perifibrilläre Substanz in recht beträchtlichem Umfang vorhanden war, in welchem Falle es sich ja auch hier um eine in exquisitem Masse

protoplasmatische Strecke handeln würde. Ob kernhaltig oder nicht, ist natürlich völlig gleichgültig.

Nissl in seiner grossen und heftigen Streitschrift (die Neuronenlehre und ihre Anhänger 1903) vertritt ähnliche Vorstellungen wie Bethe über den Verlauf und die Bedeutung der Neurofibrillen, nur dass er an Stelle des Fibrillennetzes oder Elementargitters der Verbindungszone das ebenfalls diffus leitende intermediäre nervöse Grau setzt.

Ein grosser Fortschritt in der Erforschung der Neurofibrillen ist nun durch Ramón y Cajal und Bielschowski (1903) herbeigeführt worden, dadurch, dass sie an Stelle der launischen und schwierigen Methoden von Apathy und Bethe einfachere Silberimprägnationsverfahren gesetzt haben, welche kaum versagen. Mit Hilfe dieser Methoden und auf Grund von staunenswert fleissigen Untersuchungen gelang dem spanischen Forscher der sichere Nachweis, dass die Neurofibrillen überall, in den Nervenfasern sowohl wie in den protoplasmatischen Strecken, bei Wirbeltieren wie bei Wirbellosen untereinander netzartig zusammenhängen. Dieses Ergebnis wurde von Retzius und andern bestätigt. —

Dagegen konnten weder Ramón y Cajal und seine Schüler, noch vermochte Retzius mit diesem Verfahren bei Wirbellosen das Apathy'sche Elementargitter darzustellen, ebensowenig etwas ihm Analoges bei Wirbeltieren. Retzius hat sich selbst an den eigenen Präparaten von Apathy von dem Vorhandensein des Elementargitters nicht überzeugen können; auch bestreiten Ramón y Cajal und Retzius den kontinuierlichen Uebergang der Neurofibrillen von einem Zellterritorium auf das nächste Zellterritorium der Leitungsbahn. Diese Fragen müssen also vom anatomischen Standpunkt aus heute zum mindesten noch als unentschieden gelten. Von besonderem Interesse ist, dass sich die Fibrillen als variable Gebilde erwiesen haben, welche unter Umständen, so bei der Wut und beim Winterschlaf, weitgehende Veränderungen erfahren, und zwar namentlich im protoplasmatischen Teil der Nervenzelle. Sie schwellen an, und es lässt sich dabei mitunter eine feinere Zusammensetzung der verdickten Teile aus einem engsten Netz erkennen.

Zu Gunsten der Annahme, dass die Neurofibrillen das

allein leitende seien, hatte Bethe als Beweis angeführt, dass in den Ranvier'schen Schnürringen jede perifibrilläre Substanz fehle. Die Richtigkeit dieser Angabe ist von neueren Untersuchern (Verworn, Max Wolf, Retzius) mit guten Gründen bekämpft worden.

Retzius hebt ferner hervor, dass überall an feinsten Endverzweigungen von Neuriten, die scheinbar aus einfachen nackten Neurofibrillen bestehen, eine genauere Untersuchung um die Neurofibrille noch eine Hülle von perifibrillärer Substanz erkennen lässt. Da wo die motorische Nervenfaser an den Muskel herantritt, enden die Neurofibrillen unter Netzbildung an den motorischen Endplatten. Die Weiterleitung der Erregung im Sarkoplasma geschieht ohne Hilfe von Neurofibrillen. Man darf wohl auch in Betracht ziehen, dass im einzelligen Lebewesen eine Fortleitung von Erregungsvorgängen nach Analogie der nervösen Leitung möglich ist ohne Neurofibrillen.

Aus alledem ergibt sich unzweifelhaft, dass im Nervensystem die Leitung auf keinen Fall einzig an die Neurofibrillen geknüpft ist, dass vielmehr auch die perifibrilläre oder fibrillenfreie Substanz bei der Leitung beteiligt ist.

Unter solchen Umständen erscheint es durchaus am Platz, die Frage aufzuwerfen, ob denn die Neurofibrillen da, wo sie vorhanden sind, mit der Leitung des Erregungsvorganges überhaupt etwas zu tun haben, und ob nicht vielmehr auch hier die Erregungsleitung durch die peri- und interfibrilläre Substanz vermittelt wird. Zu Gunsten einer solchen Auffassung könnten zunächst gewisse allgemeine Gründe geltend gemacht werden. Die Fibrillen stellen einen festeren Strukturbestandteil der nervösen Substanz dar. Die Substanzen aber, welche bei der nervösen Erregung und Erregungsleitung umgesetzt werden, möchte man sich doch wohl eher als äusserst labil und mehr oder weniger flüssig weich denken; man ist also versucht, auf die Leydig'sche Lehre zurückzukommen, wonach im Axenzylinder nicht die Fibrillen, sondern die weichere perifibrilläre Substanz das eigentlich erregbare und leitende ist. Es besteht ja für die Nervenzelle nicht wie etwa für die Muskelfaser das Postulat, dass die Teilchen, welche die spezifische Funktion leisten, in einen zugfesten Verband eingefügt sein müssen.

Wenn es nun nicht die Substanz der Fibrillen selbst ist, welche erregt wird und die Erregung weiter leitet, welche Bedeutung können dann die Neurofibrillen haben? Dass sie eine blosse Stützsubstanz darstellen, welche die Nervenzellen und Fasern gegenüber äusseren, einseitig verschiebenden und verbiegenden Einwirkungen festigt, ist wohl kaum anzunehmen. Die ganze Anordnung der Fibrillen scheint mir mit einer solchen Funktion nicht in Einklang zu stehen. Wohl aber ist denkbar, dass sie doch eine Art stützender Funktion übernehmen, indem sie gegenüber dem allseitigen und nur relativ wenig wechselnden Gewebs- und Lymphdruck der Umgebung und vielleicht auch gegenüber inneren, Substanz verschiebenden Einwirkungen Räume um sich herum ausgespannt und entlastet erhalten für die Einlagerung der empfindlichen erregbaren Substanzen. Ja man könnte sich denken, dass zwischen ihrer Oberfläche und diesen Substanzen ein besonderes Haftvermögen besteht und dass hiedurch die geschützte und kontinuierliche Anordnung der erregbaren und erregungsleitenden Substanz gesichert ist. Dass die Fibrillen in dieser oder ähnlicher Weise irgend etwas mit der Reizleitung zu tun haben, ist jedenfalls nicht ausgeschlossen, selbst wenn sie selber nicht die eigentlich leitende und erregbare Substanz darstellen. Auch das frühzeitige Auftreten der Neurofibrillen in den Neuroblasten (Held) spricht dafür, dass die Strukturelemente zu dem nervösen Vorgang in irgend einer Beziehung stehen.

Der Annahme, dass die Neurofibrillen, wo sie vorhanden sind, das allein leitende darstellen, ja dass sich in ihnen der ganze nervöse Vorgang mit allen zentralen Erscheinungen abspielt, stehen nicht bloss jene obenerwähnten allgemeinen Vorstellungen von der Natur der erregbaren nervösen Substanzen, sondern auch noch andere Schwierigkeiten entgegen. Die Neurofibrillen, so weit wir bis jetzt wissen, erscheinen überall wesentlich gleichartig in ihrer Beschaffenheit und in ihrem Färbevermögen. Und doch müssten besonders gebaute Stellen vorhanden sein, wo eine besonders weitgehende Speicherung erregbarer Stoffe stattfindet. Solche Stellen müssten vor allem in den protoplasmatischen Strecken der Nervenzellen erwartet werden. Das Einzige nun, was bis jetzt allenfalls in diesem

Sinn gedeutet werden könnte, ist die Zunahme der Fibrillenmasse pro Querschnitt der gesamten intrazellulären Leitungsbahn, welche im zentralen Zellenleib zu beobachten ist, und unter Umständen die Verdickung und retikuläre, spongiöse Auflösung der einzelnen Fibrillen in den zentralen Teilen. Die eigentliche Fibrillensubstanz scheint aber dabei dieselbe zu bleiben, und man hat bis jetzt doch mehr den Eindruck, dass es sich um eine Vergrösserung der Oberfläche der Neurofibrillen und nicht um eine Einschaltung besonderer Apparate in die Fibrillensubstanz selbst handelt. Noch viel weniger können natürlich die Zwischenzonen als Stellen in Betracht kommen, wo besonders reichliche Mengen von erregbarer Substanz in die Fibrillen (Elementargitter?) eingeschaltet sind.

Dagegen steht, wie uns scheint, nichts der Annahme im Wege, dass in der inter- und perifibrillären Substanz, in Zellbezirken, welche durch die Fibrillen ausgespannt gehalten werden, eventuell in unmittelbarer Nachbarschaft der Fibrillenoberfläche selbst erregbare Stoffe angehäuft sind und zwar in besonderer Reichlichkeit, vielleicht auch in besonderer Verpackung gerade da, wo man solches auch aus anderen Gründen erwarten muss, in den protoplasmatischeu Strecken. Einstweilen müssen wir es also für das Wahrscheinlichere halten, dass die Neurofibrillen nur indirekt, als innerer Stütz- und vielleicht als Haftapparat für die erregbaren Substanzen, beim nervösen Vorgang beteiligt sind, so dass auch da, wo Fibrillen vorhanden sind, die inter- und perifibrilläre Substanz das eigentlich leitende und erregbare enthält.

Man könnte ja noch auf die Vorstellungen von Apathy eingehen, nach welchen das zu Leitende ausserhalb der Fibrillen produziert, in den Fibrillen aber weitergeleitet wird. Aber gerade bei einer solchen Annahme ist die Kontinuität der fibrillären Leitungsbahn durch die ganze Nervenzelle und von einem Zellterritorium zum andern eine grosse Schwierigkeit. Wie kann bei einem solchen kontinuierlichen Leiter eine Verzögerung der Leitung, wie soll der zentrale Vorgang der Ladung und Summation, wie soll die Verhinderung der Erregungsausbreitung zu Stande kommen? u. s. w. Spielt vielleicht bei der Annahme von dem Leitungsvermögen der Fibrillen selbst der Vergleich mit der

Leitung eines elektrischen Stromes in einem Leitungsdraht eine Rolle? Gerade dann aber müsste man postulieren, dass der Apparat, welcher das zu leitende produziert, gleichsam als Batterie in die Leitungsbahn selbst eingeschaltet ist und sie unterbricht. — Dass man aber gut tut, sich den nervösen Leitungsvorgang nicht als einen rein physikalischen Vorgang, sondern als ein vitales Phänomen vorzustellen, mit chemischen und physikalischen Teilerscheinungen, die sich an einer Reihe aufeinanderfolgender erregbarer protoplasmatischer Teilchen abspielen, möchte wohl heute nur von wenigen bestritten werden.

Wenn nun die erregbare und leitende Substanz irgendwie den Neurofibrillen anhaftet, so bezeichnen diese immerhin einigermassen die Wege, auf welchen die Erregung in der Nervenzelle weiter schreiten kann. Die Tatsache, dass sie durch die ganze Nervenzelle und ihre Fortsätze hindurch ein kontinuierliches Netz bilden, lässt die Annahme als gerechtfertigt erscheinen, dass durch jeden Querschnitt der Zelle oder eines Zellfortsatzes der Nervenstrom einfach und einheitlich fortschreitet. Man hat freilich eingewendet, dass es sich bei den Fibrillennetzen im Innern der Nervenfaserfortsätze und der protoplasmatischen Strecke um einen aus isolierten Elementarfibrillen aufgebauten Plexus handeln könne. Die Anhänger der isolierten fibrillären Leitung werden durch die Annahme dieser Hypothese, die in keiner Weise durch anatomische Beobachtung gestützt ist, nicht gewinnen. Sie werden nur wieder vor die schwierige Aufgabe gestellt sein, die Existenz von Zwischenzonen mit diffuser Leitung nachzuweisen und verständlich zu machen, dass gerade in diesen Zwischenzonen die zentralen Vorgänge, insbesondere der Vorgang der örtlichen Beeinflussung der Erregungsausbreitung vor sich gehen können.

Es ist kaum zu erwarten, dass dieser physiologische Nachweis in befriedigender Weise gelingen wird.

So bleibt denn wohl die ältere Lehre zu Recht, dass in den Nervenzellen die Erregungsströme zusammenfliessen und sich wieder trennen, dass in ihnen und nicht in den Verbindungszonen die eigentlichen Knotenpunkte der nervösen Leitungsbahnen gegeben sind und dass der eigentliche Knotenpunkt (der zentrale Zellenleib) und seine unmittelbare Nachbarschaft, also

die protoplasmatische Strecke, mit besonders reichlichen erregbaren plasmatischen perifibrillären Substanzen, überhaupt mit besonderen Einrichtungen versehen ist, welche zusammen mit der Einrichtung zur Vereinigung und Trennung der Erregungsströme die zentralen Erscheinungen der nervösen Vorgänge möglich machen.

Wenn im allgemeinen für die Möglichkeit der Ausbreitung der Nervenströme virtuell gesorgt sein soll, so ist erforderlich, dass im allgemeinen die ableitenden Zellfortsätze viel länger und weiter ausgebreitet und mehr für die widerstandslose Leitung über weite Strecken weg eingerichtet sind; die kürzeren zuleitenden Fortsätze aber, die sich nur in der Nähe des zentralen Zellenleibes ausbreiten und ähnliche Ernährungsgelegenheiten wie dieser finden, können sich wie dieser selbst an der reichlicheren Produktion und Speicherung erregbarer Stoffe beteiligen. Auch versteht man, dass Einwirkungen, welche ein Strom durch einen andern erfährt und die an das Vorhandensein besonderer Substanzen geknüpft sind, mit Vorteil da stattfinden, wo der Strom noch einfach ist, oder an seinen zusammenfliessenden Quellarmen, weil sie auf diese Weise die Gesamtheit der folgenden Stromzweige treffen, dass also die protoplasmatische Strecke in erster Linie den zentralen Zellenleib und meist auch noch gerade die zuleitenden Fortsätze und nur diese umfasst.

Dass auch in der Verbindungszone der Nervenzellen, in den feinsten Endverästelungen der Zellfortsätze und in einem etwa noch vorhandenen trennenden Grenzhäutchen noch etwas Besonderes geschehen kann, was mit zu den zentralen Vorgängen gerechnet oder wenigstens mit gewissen Eigenschaften der Zentren verglichen werden dürfte, ist dabei nicht ausgeschlossen.

Zu Recht besteht ferner die Auffassung, dass die protoplasmatischen Strecken der verschiedenen Nervenzellen und damit die verschiedenen Nervenzellen selbst im grossen und ganzen und innerhalb gewisser Grenzen voneinander funktionell unabhängig und selbständig sind, nicht bloss in trophischer Hinsicht, sondern auch mit Bezug auf den jeweiligen Zustand der nervösen Substanz und der Beeinflussung des nervösen Stromes. Es gilt dies in erster Linie für die verschiedenen aufeinanderfolgenden Zellen einer Leitungsbahn, dann aber auch wohl, von bestimmten

Ausnahmen abgesehen, für nebengeordnete Zellen derselben virtuellen Strombahn. Diese Annahme allein ermöglicht, wie mir scheint, die Erscheinungen der mannigfaltigen, wechselnden aber meist scharfen Einengung des Erregungsstromes in genügend klarer Weise zu verstehen.

Wir dürfen also sagen: der eigentlich nervöse Teil des Nervensystems ist aus Nervenzellen aufgebaut, welche den embryonalen Neuroblasten entsprechen resp. aus ihnen entstanden sind, aus Elementen, deren Ausdehnung und allgemeines Verhalten zu den Hüll- und Stützsubstanzen erst durch die embryologischen Untersuchungen der 80er Jahre (His, R. y Cajal und andere) klargestellt worden ist, und für welche der von Waldeyer eingeführte Name „Neuronen" füglich auch fernerhin gebraucht werden kann, sofern man sich nur klar macht, dass diese Zellen früher oder später miteinander in Berührung und wohl auch in der Regel in bleibende Verbindung treten. Ob bei dieser Verbindung ein besonderes trennendes Etwas, z. B. eine Grenzmembran erhalten bleibt, ob gewisse Substanzen wie die Neurofibrillen, ob vielleicht sogar die eigentlich erregbare und erregungsleitende Substanz der aufeinanderfolgenden Zellen in kontinuierliche Verbindung tritt, muss heute wohl noch als unentschieden gelten. Selbst wenn Kontinuität im letztgenannten Sinne überall vorhanden sein sollte, was einstweilen nicht sehr plausibel erscheint, so wird dadurch die physiologische Selbständigkeit der Nervenzellen auf keinen Fall aufgehoben.

Die Berechtigung, von *Nervenzellen* zu sprechen, *welche aus embryonalen Neuroblasten hervorgegangen sind*, sie als *Neuronen* zu bezeichnen (zum Unterschied von dem, was man früher als Nervenzelle oder Ganglienzelle bezeichnet hat) und in ihnen die *anatomisch, trophisch und hinsichtlich der spezifischen Funktion bis zu einem gewissen Grade selbständigen Elemente des Nervensystems zu sehen*, kann in keiner Weise ernstlich bestritten werden. Damit ist auch der Kernpunkt der Neuronenlehre als richtig anerkannt.

Neujahr 1907.

Julius Ries.

Neue Anschauungen über die Natur der Astrosphären sowie einiger anderer Befruchtungs- und Teilungsvorgänge.

(Vorgetragen in der Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft von Bern vom 9. Februar 1907.)

I. Der Samenfaden geht beim Eintritte ins Ei nicht zu Grunde, sondern wird nur unsichtbar.

II. Seine schraubenförmigen Bewegungen sind es, welche die Kopfdrehung hervorrufen, und die Astrosphären sind deren hinterlassene Spur.

III. Mit der Teilung des Centrosoms ist verbunden eine Teilung des Schwanzes (geschwänzte Centrosomen).

IV. Die doppelschwänzigen Spermien sind somit keine Missbildungen.

V. An geschädigte Zellkerne können sich von Polyspermie herrührende überzählige geschwänzte Centrosomen ansetzen (Atypische Kernteilung).

VI. Eine Protoplasmahülle überzieht Kopf, Mittelstück und Schwanz.

VII. Beim Reduktionsprozess wandern mit den beiden Polkörperchen die Centrosomen der Eizelle aus.

O. Hertwig beschreibt in seinem Lehrbuche der Entwicklungsgeschichte (1906, S. 50, 51) den inneren Befruchtungsakt beim Echinodermenei folgendermassen:

«Der (Sperma-) Faden hört zu schlagen auf und entzieht sich bald der Wahrnehmung, der Kopf aber dringt langsam weiter in den Dotter hinein und schwillt dabei durch Aufnahme von Flüssigkeit zu einem kleinen Bläschen an, das man, da sein wesentlicher Bestandteil das Chromatin des Samenfadenkopfes ist, kurzweg als Samenkern bezeichnen kann, wie er sich denn

auch in Karmin etc. sehr intensiv färben lässt. Unmittelbar vor ihm, an seiner nach der Eimitte zu gerichteten Seite ist von Boveri, Fol u. a. noch ein viel kleineres Körperchen, welches sich ausserordentlich schwer sichtbar machen lässt, nachgewiesen worden. Auf die Stelle, wo es im Ei liegt, wird die Aufmerksamkeit des Beobachters am meisten dadurch gelenkt, dass sich der Dotter in radiären Bahnen anzuordnen beginnt und eine allmählich immer schärfer ausgeprägte und auf grössere Entfernung hin ausgedehnte Strahlenfigur (einen Stern) bildet. Das Körperchen leitet sich von dem Mittelstück des Samenfadens ab und hat, wie von Boveri zuerst klargestellt worden ist, beim Befruchtungsprozess die Aufgabe zu erfüllen, die beiden Centrosomen für die erste Teilspindel des Eies zu liefern. Es kann daher als Centrosoma des Samenkerns oder Spermacentrum (Fol) bezeichnet werden. Dass es bald nach der Befruchtung von der Oberfläche des Eies weiter entfernt ist als der Samenkern, erklärt sich daraus, dass der Kopf des Samenfadens, unmittelbar nachdem er sich mit seiner Spitze in die Eirinde eingebohrt hat, eine Drehung ausführt; infolgedessen kommt sein Mittelstück oder das Spermacentrosom mehr nach dem Mittelpunkt des Eies zu liegen. Jetzt beginnt ein interessantes Phänomen das Auge des Beobachters zu fesseln. Ei- und Samenkern ziehen sich gleichsam gegenseitig an und wandern mit wachsender Geschwindigkeit durch den Dotter einander entgegen; der Samenkern, dem seine Strahlung mit dem in ihm eingeschlossenen Centrosom stets voranschreitet, verändert rascher seinen Ort, langsamer der Eikern. Bald treffen sich beide in der Mitte des Eies und werden hier zunächst von einem körnchenfreien Protoplasmahof, und nach aussen von diesem von einer gemeinsamen Strahlung eingeschlossen (Sonnenstadium und Aureola von Fol). . . . Gleich nach der Vereinigung der beiden Kerne beginnt sich das in ihrer unmittelbaren Nähe liegende Spermacentrum in die Länge zu strecken und sich in zwei kleinste Körperchen zu teilen, welche auseinanderrücken und, eingehüllt in je eine Protoplasmastrahlung, zu den Centrosomen der sich jetzt ausbildenden Kernteilungsfigur werden.»

Die Befruchtung des Wirbeltiereies beschreibt Hertwig auf Seite 57 des obenerwähnten Buches mit Sobottas Worten,

der den Befruchtungsvorgang des niedersten Wirbeltieres, des Amphioxus lanceolatus, eingehend untersucht hat. Er schreibt: «Bald nach dem Eindringen des Spermatozoon in das Ei gehen seine einzelnen Bestandteile Veränderungen ein. Der Schwanzfaden, soweit er mit eingedrungen war, entzieht sich bald spurlos den Blicken des Beobachters und wird wahrscheinlich im Eiplasma aufgelöst. Aus dem Kopf bildet sich ein chromatisches Körperchen, das allmählich Kerngestalt annimmt und dann den Samenkern darstellt; aus dem Verbindungsstück bildet sich ein meist von einer dichten Strahlung umgebenes Centrosom. Während letzteres anfangs am hinteren Ende des Spermatozoon liegt, erfolgt alsbald eine Drehung, so dass das Centrosom nun dem Eiinnern zugekehrt ist, ein Vorgang, der bei mehreren Vertebraten bereits in Uebereinstimmung mit vielen Evertebraten konstatiert worden ist.»

Aehnlich schildert R. Hertwig die Befruchtung in seinem Lehrbuch der Zoologie (1907, S. 127). «Wenn das Spermatozoon in das Ei eingedrungen ist, dann sind von seinen Bestandteilen der Kopf und das das Centrosoma enthaltende Mittelstück noch erkennbar....., während der Schwanzfaden und das etwa vorhandene Protoplasma vom Dotter des Eies assimiliert worden sind. Im Protoplasma des Eies erzeugt das Centrosoma des Spermakerns eine intensive Strahlung, wie sie auch während der Teilung beobachtet wird. Die Strahlung voran, wandert der Spermakern auf den Eikern zu.»

Die drei angeführten Autoren stimmen in ihren Angaben gut überein, nach diesen verschwindet erstens der Schwanzfaden beim Eindringen des Spermatozoon ins Ei, dann vollführt der Kopf eine Drehung, indem das Mittelstück nach vorne kommt, und endlich wird der Spermakern bei seinem Vorwärtsdringen von einer Strahlung umgeben. Ganz richtig bemerkt O. Hertwig, dass auf die Stelle, wo das Mittelstück im Ei liegt, am meisten die Aufmerksamkeit des Beobachters gelenkt wird, da sich dort der Dotter in radiären Bahnen anzuordnen beginnt und eine allmählich immer schärfer ausgeprägte und auf grössere Entfernung hin ausgedehnte Strahlenfigur bildet. Wie entsteht aber diese Strahlenfigur?

Jacques Loeb[1]) versucht die Entstehung **chemisch** zu erklären, er schreibt: «Wenn wir die Zellteilung in einem befruchteten Ei verfolgen, so können wir drei bestimmte Phasen unterscheiden. Erstens die Bildung der Astrosphären, die Auflösung der Kernmembran, die Spaltung der Chromosomen, zweitens die Wanderung der letzteren und die Neubildung der Kerne und drittens die Zellteilung. Was den ersteren Vorgang betrifft, so bin ich geneigt, ihn mit dem Umstand in Zusammenhang zu bringen, dass das Wachstum der Chromosomen ein beschränktes ist, während die chemischen Vorgänge, welche zur Synthese der Chromatinsubstanz führen, kontinuierlich sind. Es muss daher, wenn die Chromosomen den ausgewachsenen Zustand erreichen, ein Zeitpunkt eintreten, wo die chemischen Vorgänge andere Wirkungen erzielen als die Vermehrung der Kernsubstanz. Das ist vielleicht ein Umstand, der bei der Astrosphärenbildung und der Verflüssigung der Kernmembran (vielleicht nur indirekt) mitwirkt.»

«Bei der Beurteilung dieser Vorgänge sollte man jedoch, wie mir scheint, berücksichtigen, dass das Ei oder gewisse Eier unmittelbar vor der Zellteilung ihre Form ändern; sie verlängern sich nämlich in der Richtung der Spindel. Das ist beispielsweise bei Seeigeleiern sehr deutlich. Man gewinnt den Eindruck, als ob kontraktile Kräfte bei der Zellteilung tätig seien. Diese kontraktilen Kräfte könnten, wie manche Autoren annehmen, von den Astrosphären geliefert werden.»

R. Lillie hat die Vermutung ausgesprochen, dass die Einstellung der Chromosomen in die Spindelstellung und die Bewegung der Chromosomen gegen die Zentren der Astrosphären auf elektrische Kräfte zurückzuführen sei. Wenn das der Fall wäre, so sollte es ein Leichtes sein, durch galvanische Ströme die Orientierung der Furchungsebene in Eiern zu beherrschen. Das ist aber nicht der Fall, wie Roux längst für das Froschei und ich für das Seeigelei festgestellt habe. Wir wissen bestimmt, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, die Furchungsebene einer sich teilenden Zelle durch den galvanischen Strom zu beherrschen.

[1]) Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen (Leipzig. 1906 S. 102 u. f.)

Bei künstlicher Parthenogenese beginnt die Einschnürung bei der Furchung «nur auf einer Seite, und das Protoplasma fliesst oder bewegt sich .... in entgegengesetzter Richtung gegen die beiden Kerne..... Es ist aber auch recht gut möglich, dass hier kontraktile Kräfte im Spiele sind, welche das Protoplasma gegen das Zentrum der beiden Zellen ziehen. In dem Falle müssten die Astrosphären aus festem Material bestehen.»

Aus dem angeführten sieht man, dass es Loeb nicht gelungen, die Bildung der Astrosphären chemisch zu erklären.

Eine Hypothese, die ich in nachfolgenden Sätzen aufstellen will, beantwortet meiner Ansicht nach diese so interessante Frage.

O. Hertwig schreibt:[1]) «Der Schwanz ist der längste Teil des Samenfadens und sein Fortbewegungsorgan», und weiter:[2]) «Aeusseren Eingriffen gegenüber erweist sich der Samen sehr widerstandskräftig. Wenn man z. B. Samen gefrieren lässt und wieder auftaut, kehrt die Bewegung der Samenfäden wieder. Viele Salze, wenn sie nicht in zu starker Konzentration angewandt werden, wirken nicht schädigend. Narcotica in starker Konzentration und bei längerer Einwirkung machen die Fäden bewegungslos, ohne sie aber zunächst abzutöten; denn durch Entfernung des schädigenden Mittels kann man sie wiederbeleben.» — «Alkalische Lösungen regen in starker Verdünnung die Bewegung der Samenfäden an; Säuren dagegen, auch wenn sie sehr verdünnt sind, führen den Tod herbei. Demgemäss wächst auch in allen tierischen Flüssigkeiten von alkalischer Reaktion die Lebhaftigkeit der Bewegung, während sie in sauren Lösungen sehr bald erlischt.»

G. Retzius berichtet: «Die menschlichen Spermien sind wundervoll resistent; obwohl sie in Flüssigkeiten (0,7 % Kochsalzlösung), wo die Fäulnis schon in drei oder vier Wochen vorsichging, maceriert waren, zeigten sie (trotz vielfacher Versuche) keinen Zerfall.»[3])

E. Bumm schreibt in seinem Grundriss zum Studium der Geburtshilfe (1902, S. 39): «Der Cervikalkanal ist wie die Ge-

[1]) O. Hertwig. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte 1906, S. 21.
[2]) L. c. S. 25.
[3]) Biologische Untersuchungen von G. Retzius. N. F. Bd. X. 1902, S. 53.

bärmutterhöhle und die Tuben mit einem Flimmerepithel ausgestattet, dessen Wimperhaare in der Richtung nach dem Ausgang des Geschlechtskanales, also von oben nach unten schlagen. Um vorwärts und dem Ei entgegen zu kommen, müssen die Samenfäden somit auf dem ganzen Wege durch Uterus und Tuben gegen den Strom schwimmen. Das Hindernis wird durch die energische und unermüdliche Eigenbewegung der Fäden überwunden.»

Wir sehen also, wie widerstandsfähig ein Spermatozoon ist und welche kolossale Strecken er mittelst seines Schwanzes zurücklegen kann! Warum sollte jetzt beim Eindringen in den weder alkalischen noch sauren, sondern wie alle lebendigen Gewebe neutralen Dotter der Samenkern plötzlich seinen Schwanz verlieren? Warum das Vordringen im Dotter andern Kräften zuschreiben, wenn der Samenkern doch sein eigenes Fortbewegungsorgan — den Schwanz — besitzt! Nach dieser Ueberlegung nehme ich an, dass der **Samenfaden nicht verschwindet.** sondern aus irgend einem Grunde unsichtbar wird.[1])

Und wirklich sind in letzter Zeit von verschiedenen Seiten Beobachtungen publiziert worden, die meine hypothetische Ansicht bestätigen, so schreibt Gerlach.[2])

«Ich habe Grund zu der Annahme, dass der Spermatozoenkopf, nachdem er die Zona durchsetzt hat, meistens sich noch im Ooplasma, in geringer Entfernung sich von der Zona haltend, eine Strecke lang weiterbewegt. Dies kann er nur mittels seines Schwanzfadens bewerkstelligen, der demnach zu einem grossen Teile in das Eiinnere gelangt. Derselbe geht keineswegs so rasch zugrunde, wie Sobotta anzunehmen scheint, sondern sein Kopfende bleibt mit dem Spermakern durch das Mittelstück in Verbindung und rückt mit ihm später von der Peripherie ab. Sehr häufig konnte ich die Schwanzfäden, welche sich durch Hämatoxylin ganz dunkelschwarz gefärbt hatten, durch mehrere Schnitte hindurch bis zum Samenkern verfolgen.

[1]) Samenkern und Eikern bestehen aus Chromatin und sind im Eiprotoplasma sichtbar. Der Samenfaden besteht aus Protoplasma und kann schon aus diesem Grunde im Eiprotoplasma unsichtbar werden.

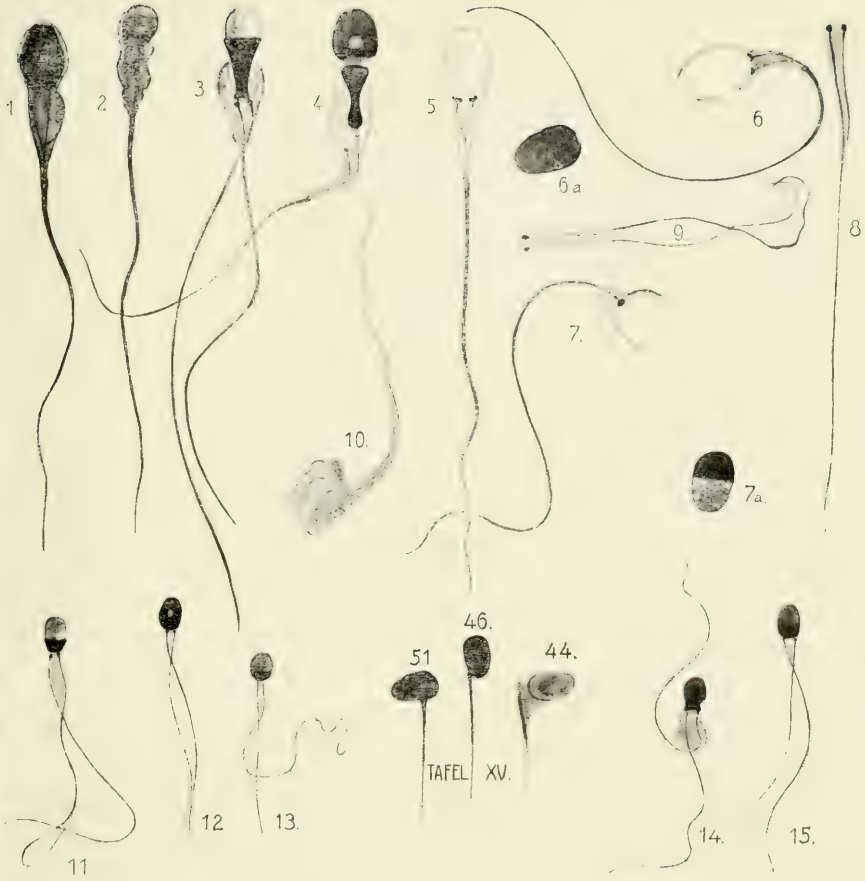
[2]) Ueber die Bildung der Richtungskörper bei Mus Musculus von Dr. L. Gerlach, o. ö. Professor der Anatomie an der Universität Erlangen. Wiesbaden, Verlag von J. F. Bergmann, 1906. S. 27.

Die Spermatozoenschwänze habe ich noch im Ooplasma bemerkt, als der erste Furchungsmonaster sich ausgebildet hatte. Vor vier Jahren hat van der Stricht Aehnliches im Ei der Fledermaus beobachtet.»

Sobotta bespricht[1]) eine Arbeit Rubaschkin's über Reifungs- und Befruchtungsprozesse des Meerschweineies. Bei diesen Eiern wurde das Eindringen des Samenfadens nicht beobachtet. «Jedoch scheint das ganze Spermatozoon, **einschliesslich des Samenfadens einzudringen,** da neben dem Spermakopf und dem aus ihm entstandenen Spermakern häufig (nicht immer) ein fadenförmiges, dem Schwanzfaden des Spermatozoon ähnliches Gebilde gefunden wurde.»

Durch die Annahme eines Samenfadens im Dotter wird die Entstehung der Aureola verständlich. Die Strahlung ist meiner Ansicht nach nichts anderes als die im dickflüssigen Dotter hinterlassene Spur der Schwanzbewegung. Nach dem Eindringen des Spermatozoon ins Ei vollführt sein Kopf und Mittelstück die oben übereinstimmend beschriebene Drehung. Um diese Drehung des Kopfes auszuführen, muss der von mir als bestehend angenommene Schwanz eine Rotationsbewegung im Raume ausführen, wobei der Kopf immer im Zentrum verbleibt. Stellen wir uns eine Kugel vor und in deren Zentrum den Spermakopf, sowie den vom Mittelstück ausgehenden Faden als Radius zu einem Pole der Kugel. Mit der Spitze des Fadens beschreiben wir vom Pole ausgehend eine Spirale an der Oberfläche der Kugel über den Aequator zum andern Pole. Der am Faden befestigte Kopf (den wir uns im Zentrum wie in einem Kugelgelenke bewegt denken können) hat der Schwanzbewegung folgen müssen, hat eine Drehung vollführt und sein Mittelstück ist dem andern Pole zugekehrt. Wenn wir durch die von dieser Schraubenbewegung im Dotter hinterlassene Spur einen Querschnitt machen, erhalten wir am fixierten Präparat die Aureola. Im unfixierten Ei verschwindet allmählich die Strahlung, wie jede Spur in einem dickflüssigen Medium, durch Zusammenfliessen.

[1]) Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der Anatomie und Physiologie (W. Waldeyer und C. Posner.) Bericht für das Jahr 1905. Berlin 1906. S. 92.



Menschliche Spermien.

Fig. 1—10 Zeiss, Apochromat. 2, Compens. oc. 18.
„ *11—15* „ „ *2,* „ *6.*
„ *44, 46, 51 nach G. Retzius: Biolog. Untersuch. N. F. X 1902, Tafel 15.*

Fig. 1. Eine Hülle überzieht Kopf, Hals und Schwanz.
» 2. Hülle durchgerissen, Schneide tritt unverändert durch, der dunklere rückwärtige Teil zieht sich in die Länge.
» 3. Kern zum Teil ausgeschlüpft, d. rückwärtige Teil noch mehr in die Länge gezogen als in Fig. 2.
» 4. Kern bestehend aus Schneide, Brücke u. rückwärt. dunkl. Teil, der beim Austritte aus der Hülle bisquitförmig ausgezogen wurde.
» 5, 6 u. 7. Kern ausgeschlüpft.
» 6a u. 7a. Die aus 6 u. 7 ausgeschlüpften Kerne, die wieder ihre gewöhnliche Form angenommen haben.
» 8, 9. Kopf abgerissen. Feste Verbindung zwischen Centralkörperchen und Schwanz.
» 10. Leerer Protoplasmamantel einer Spermie. Diese Hüllen, welche bei der Befruchtung nicht ins Ei eindringen, wurden für die Spermienschwänze gehalten.
» 11—15. Spermien mit Doppelschwänzen.

Nach der Drehung müssten die Strahlen (Spuren) am Mittelstückende frischer und länger sein, was noch durch die jetzt beginnende Ablösung des Mittelstückes vom Kopfe vermehrt würde. Ob die Annäherung des Eikerns durch rücklaufende Wirbelströme des Dotters zum Spermakopfe, die durch die Bewegung des Fadens zustande kommen, geschieht, will ich dahingestellt lassen, sicher ist aber, dass das Mittelstück nach seiner Ablösung vom Kopfe sich teilt, und ich sehe absolut keinen Grund ein, warum sich nicht auch der Faden in zwei an die Centrosomen befestigte Fäden teilen sollte. Dass sich der Faden teilen kann, ersehe ich aus Tafel 35 des «Handatlas der Entwicklungsgeschichte des Menschen» von Julius Kollmann (1907). Die Figur zeigt Spermafäden vom Menschen normaler und abnormer Beschaffenheit, unter letzteren sind zwei Spermien mit Doppelschwänzen verschiedenen Grades abgebildet an zwei andern Figuren derselben Tafel sieht man, wie die Teilung am Kopfende beginnt und zum Schwanzende fortschreitet.

Hier will ich noch auf das monumentale Werk von G. Retzius[1]) verweisen, aus welchem Julius Kollmann die obenerwähnten Abbildungen entnommen hat, und gebe im Nachfolgenden die Erklärung wieder, die Retzius für die Doppelschwänze findet: «Die allergewöhnlichsten von den atypischen Spermien sind die zweischwänzigen (S. 47.)... sie sind so zahlreich, dass ich sie auf 1—2 % veranschlagen darf. (S. 55.)

Wenn man die ausgeprägtesten Doppelschwänze betrachtet, so ist es a priori nicht sogleich klar, wie man diese **Missbildung** zu erklären hat. (S. 53.)

Ich habe schon seit meiner ersten Bekanntschaft mit diesen Spermien eine Erklärung für ihre Entstehung gefunden, nämlich durch **Spaltung** des Schwanzes. Meine erneuerten Untersuchungen haben diese meine Auffassungsweise befestigt.

Erstens giebt es eine ganze Reihe von Uebergangsformen zwischen den typisch einschwänzigen und den atypisch doppelschwänzigen; diese Uebergangsformen repräsentieren die verschiedensten Stufen der Spaltung des Schwanzes, von der leisesten Andeutung einer Zweiteilung des Verbindungsstückes des Achsen-

[1]) Biologische Untersuchungen v. G. Retzius. Neue Folge. Bd. X. 1902.

fadens bis zur vollständigen Teilung des ganzen Schwanzes. Diese Spaltung lässt sich aber in ungezwungener Weise dadurch erklären, dass der Achsenfaden nicht nur bei verschiedenen Säugetieren, sondern mit grosser Wahrscheinlichkeit auch beim Menschen aus zwei typisch miteinander dicht verbundenen Fädchen besteht, welche Fädchen aber in einzelnen Fällen mehr oder weniger getrennt angelegt sein können, und zwar bald nur im Verbindungsstück, oder einem Teil desselben, bald auch in einem kleineren oder grösseren Teil des Hauptstückes und sogar des Endstückes.

Zweitens fand ich bei allen diesen Uebergangsformen zwischen den einschwänzigen und den doppelschwänzigen, gerade wie bei den typischen einschwänzigen, stets nur zwei proximale Zentralkörperkörner. Dies spricht nach meiner Ansicht in hohem Grade für die Anschauung, dass diese Gruppe von Doppelschwänzen hinsichtlich ihrer Entstehung auf eine Spaltung des Achsenfadens des Schwanzes zurückzuführen ist. (S. 59.)

In manchen normalen typischen Spermien bemerkt man, vor allem wenn die Hülle des Verbindungsstückes ausgebildet oder oben abgerissen ist, dass das obere Ende des Achsenfadens dieses Stückes eine mehr oder weniger ausgesprochene Andeutung zur Zweiteilung darbietet. Zu jedem von diesen beiden Teilfäden gehört ein Centralkörperkorn, welches oft gewissermassen als «Endknopf» über dem Faden gelegen ist. Diese beiden, mehr oder weniger distincten Fäden laufen aber in den typischen Spermien zu einem Faden zusammen. (S. 53.)

Bekanntlich hat man auch an den menschlichen Spermien eine Kopfkappe beschrieben. In der Tat erkennt man bei geeigneter Färbung, vor allem nach Heidenhain, an den meisten Spermien eine dünne Hülle, welche, wie Broman angiebt, etwa die vorderen zwei Drittel oder drei Fünftel des Kopfes dicht anliegend bedeckt; bald reicht sie noch weiter hinab, bald hüllt sie nur die obere Hälfte oder das obere Drittel oder sogar noch weniger ein.» (S. 49.)

Nachdem ich die Beschreibung und Erklärung dieser sogenannten Missbildungen (die für meine Hypothese so wichtig sind) den «Beiträgen zur Kenntnis der Spermien des Menschen» von Retzius entnommen habe, gehe ich nur ganz kurz auf einige

meiner eigenen Beobachtungen ein. Vor allem ist das Vorkommen der zweischwänzigen Spermien ein ungemein häufiges und sehe ich dieselben nicht als Missbildung an — sondern als eine vorzeitige Teilung des Schwanzes, durch Verschwinden der die Axenfäden zusammenhaltenden Hülle.

Bei menschlichen Spermien, die nach Gram'scher Methode behandelt und mit Fuchsin nachgefärbt wurden, konnte ich deutlich statt einer von vielen Autoren beschriebenen Kopfkappe einen richtigen «Sack» unterscheiden, in welchem ein zusammengesetzter Kern, den ich weiter unten beschreiben will, lag. Dass ich mich nicht täusche, ersehe ich aus Spermien, die man in jedem Anstrichpräparat leicht finden kann und bei denen der Kopf vom Mittelstückende abgerissen ist. An solchen kernlosen Spermien sieht man häufig den leeren Kopfsack in kontinuierlicher Verbindung mit den bekannten Protoplasmahüllen des Spermien-Halses und -Fadens. Einmal sah ich sogar den leeren Protoplasmamantel einer Spermie, in welchem weder Kopf, Zentralkörperchen noch Achsenfaden nachzuweisen waren. Ich konnte auch einzelne Uebergangsformen finden, bei welchen der zusammengesetzte Kopfkern den zerrissenen Sack verlässt und machte dabei die interessante Beobachtung, dass 1) beim Austritte der vordere Teil (die heller gefärbte Schneide) unverändert ist; 2) die Schneide mit dem rückwärtigen dunklen Teile mittels einer Brücke verbunden, und 3) dieser rückwärtige Teil sicher elastisch ist, da er beim Auswandern sich verlängert, Bisquitform annimmt und im völlig ausgeschlüpften Zustande wieder die normale Kopfform besitzt. An meinen Präparaten sieht man von den beiden Zentralkörperchen Brücken zum Kopfende ziehen (die aber nicht mit den Achsenfäden zu verwechseln sind). Bei einer Spermie, bei welcher der Kopf gerade abreisst, ist sein hinteres dunkles Ende mit einem Centrosom durch eine Brücke verbunden, während die andere gerissen ist; fast immer konnte ich bei vorhandenen doppelten Centrosomen auch einen, wenigstens teilweise, gespaltenen Faden nachweisen.

Wenn der Kern von den Centrosomen sich trennt — der Kopfsack aber intakt bleibt — so kann der Kern im Sacke eine beliebige Lage einnehmen, und wir erhalten Bilder, in welchen der Kopf dem Verbindungsstück seitlich ansitzt. Mit anderen

Worten: der Kern balanciert in der gemeinsamen Hülle auf den Endknöpfen des Achsenfadens. Wir sehen weiter viele Bruchstücke, in welchen Zentralkörperchen und Faden vereint sind und nur der Kopf abgetrennt erscheint. Aus alldem glaube ich schliessen zu dürfen, dass zwischen Mittelstück und Schwanz eine festere Verbindung besteht als zwischen ersterem und Kopf. Bei der Befruchtung trennt sich auch, vor der Vereinigung des Ei- und Samenkernes, das Mittelstück vom Kopfe ab. Und ich wiederhole hier nochmals meine Meinung, der Schwanz verschwindet nicht, er bleibt vereint mit dem Mittelstück und bewegt sich weiter. Die Bewegung einer Spermie geht aus von dem Protoplasma des Mittelstücks und des Schwanzes, welche auch losgelöst vom Kopfe, für sich der Bewegung fähig sind (Eimer). Diese Erscheinung kann man in jedem lebenden Sperma beobachten.

Ich komme zur Beschreibung der nun folgenden Kernteilung. Im Kern kommt meist das Chromatin in feinen Körnchen vor, die dem Netzwerk zarter Fäden, die aus Linin gebildet sind, aufgelagert sind und sich von ihm durch ihre starke Färbbarkeit, namentlich in Lösungen basischer Kernfarbstoffe unterscheiden. Das Chromatin des Kerns wandelt sich bei der Teilung in eine Anzahl von feinen Fadenabschnitten um, die Chromosomen genannt werden. Ich nehme nun an, dass den Chromosomen die feinen Lininfäden (welche bei der Umwandlung des Kerns verschwunden sind) auflagern. An diese Fäden setzen sich nun die beiden polständigen, von einer Strahlung umgebenen, **geschwänzten Centrosomen** an, und indem diese mit ihren Schwänzen spiralige Bewegungen, die wahrscheinlich der Bewegung der Schrauben zweier Schraubenschiffe, die mit Contredampf auseinander fahren, ähneln, ziehen sich die Lininfäden und die Chromosomen zu den Kernspindeln aus.

Dass solche geschwänzte Centrosomen als physiologisch vorhandene Zellorgane vorkommen, finde ich in der ungemein interessanten Arbeit K. W. Zimmermann's[1]) «Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien.» (S. 693.)

[1]) Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte Band 52. 1898.

«Das Mikrozentrum zeigt die Form der «Zentralgeissel» in sämtlichen Nierenkanälchen mit Ausnahme der Sammelröhrchen, in dem Ausführungsgangsystem des Pankreas, in den Samenblasen . . . . Es unterliegt keinem Zweifel, dass die in neuerer Zeit von mehreren Autoren (jüngst von Meves für den Menschen) angegebenen Befunde an Spermatiden, bestehend in einem Diplosoma, von dem ein Zentralkörper die Zelloberfläche unmittelbar berührt, und von dem ein Faden, die erste Anlage des Axenfadens, frei über die Zelloberfläche vorragt, identisch sind mit meiner «Zentralgeissel».

Gerade der Umstand, dass die Zentralgeissel der Spermatiden sich zum Bewegungsorgan der Spermatozoen ausbildet, beweist, dass ich mit meiner Vermutung, in dem fraglichen Gebilde eine Geissel, also einen ursprünglich bewegten Apparat sehen zu müssen, Recht gehabt habe. Dass bei den Zellen, an denen ich die Zentralgeissel gefunden habe, die letztere wirklich auch Bewegungen ausführt, ist damit noch nicht bewiesen . . . Schliesslich wäre es ja auch möglich, dass das Gebilde überhaupt nicht mehr funktioniere, sondern nur ein phylogenetisches Ueberbleibsel sei. Es wird jedenfalls eingehender Untersuchungen an lebendem und fixiertem Material bedürfen, um die Frage nach der Bedeutung des fraglichen Zellorgans zu lösen.»

Ueber die Bedeutung der Zentralkörper im allgemeinen und zur Sekretion im speziellen berichtet Zimmermann:

«Ich kam zum Schlusse, dass das Mikrozentrum wahrscheinlich das Zentrum für die das Austreiben des Sekrets aus der Zelle verursachende Protoplasmakontraktion in der Sekretsammelstelle sei.»

«Fassen wir die Hauptmomente dessen zusammen, was wir über die Zentralkörper wissen, so ergibt sich folgendes: Sie liegen bei der Kernteilung in Zentren motorischer Vorgänge, die die **Beförderung** der geteilten Chromatinmassen gegen die Zentren hin zur Folge haben etc. Bei nicht in Teilung begriffenen Zellen finden wir immer die Zentralkörper möglichst nahe an Stellen motorischer Vorgänge . . . . . Ich glaube aus alledem den Schluss ziehen zu dürfen, dass, ganz allgemein

gesprochen, das Mikrozentrum das motorische Zentrum, also das «**Kinozentrum**» der Zelle sei.»

Auf Abbildungen, die Zimmermanns Arbeit beigegeben sind, sehe ich Zentralkörperchen, die von einer Astrosphäre umgeben sind und solche, die geschwänzt sind, keine Sphäre besitzen. Diese Bilder widersprächen anscheinend meiner Ansicht, doch denke ich mir, dass in einer ruhenden Zelle die Zentralgeissel auch bewegungslos ist, wie z. B. ohne chemischen Anreiz der Samensäfte (Prostatasaft, etc.) die Spermien im Hoden ruhig daliegen. Wenn aber beispielsweise die Zelle reif wird, die Kernmembran platzt — so tritt der Kernsaft aus und dient den Zentralgeisseln als Reiz; die Bewegung beginnt, es bilden sich durch dieselbe Sphären, und wir bekommen das Bild der Kernteilung.

Wenn auf diese Weise die Entstehung der normalen Kernspindel und der nachfolgenden Teilung verständlich wird, so wirft dieselbe Hypothese ein gewisses Licht auf die atypischen, mitotischen Figuren (z. B. Triaster der malignen Tumoren). Zur Begründung der nachfolgenden Behauptungen zitiere ich wieder O. Hertwig. Er schreibt auf S. 62, 63 seines obenerwähnten Lehrbuches:

«Bei geschädigter Beschaffenheit der Eizelle jedoch erfolgt Überfruchtung durch zwei oder mehr Samenfäden (Polyspermie). Man kann Überfruchtung künstlich hervorrufen, wenn man die Eizelle auf experimentellem Wege schädigt, sei es, dass man sie vorübergehend in eine höhere oder niedere Temperatur bringt und so in Wärme- oder Kältestarre versetzt, sei es, dass man sie durch chemische Mittel beeinflusst, sie **chloroformiert** oder mit Chloralhydrat, Morphium, Strychnin, **Nikotin, Chinin** etc. behandelt, sei es, dass man sie auf mechanischem Wege (durch Schütteln) verletzt. Interessant ist es, bei allen diesen Mitteln zu sehen, wie der Grad der Überfruchtung gewissermassen zu dem Grad der Schädigung in einer Proportion steht, wie Samenfäden sich z. B. in Eier, die schwach mit Chloral behandelt sind, in geringer Anzahl, dagegen zahlreicher in stärker narkotisierte Eier einbohren. Ausser der pathologischen Überfruchtung scheint bei manchen Tierarten, welche sehr dotterreiche Eier besitzen, auch normalerweise eine Überfruchtung

sehr häufig oder sogar in der Regel eintreten zu können; sie könnte daher der ersteren als physiologische Überfruchtung zur Seite gestellt werden. So ist für viele Arthropodeneier das häufige Eindringen mehrerer Samenfäden durch Blochmann und Henking, für die Eier von Amphibien durch Kupffer, Fick und Michaelis, für die Eier von Selachiern und Reptilien durch Rückert und Oppel nächgewiesen worden. Die beiden letztgenannten Forscher haben hierbei die interessante Beobachtung gemacht, dass auch beim Eindringen vieler Samenfäden in das Ei doch nur ein Samenkern mit dem Eikern kopuliert, und dass von ihrem Verschmelzungsprodukt, dem Keimkern, die Kerne aller Embryonalzellen abstammen, während die übrigen in Mehrzahl vorhandenen Samenkerne ausserhalb der Keimscheibe im Dotter liegen bleiben und hier den später zu erwähnenden Merocyten[1]) zum Teil den Ursprung geben.»

Ich stelle mir aber vor, dass, wenn ein Ei geschädigt wird, diese überzähligen Spermatozoen gefährlich werden können, indem sich am Linin-Chromatinknäuel nicht wie normalerweise zwei geschwänzte Centrosomen anheften, sondern 3, 4, 5 und so die Chromatinsubstanz nach drei (Triaster) oder mehreren Richtungen gezogen wird. Selbstverständlich geht dann die Kernteilung immer schneller vorwärts.

Nach dieser Abschweifung ins pathologische Gebiet gehe ich am Schlusse zu der Frage nach dem Verbleibe des geschwänzten Centrosoms der Eizelle über. Auf Seite 42 erklärt O. Hertwig den Reduktionsvorgang wie folgt: «Der Reifeprozess besteht nun darin, dass die in einer Vierergruppe vereinigten Kernsegmente auf vier Zellen verteilt werden, von denen jede ein Segment erhält. Es geschieht dies durch zwei

[1]) Meiner Ansicht nach ist bei normalen, nicht geschädigten Eiern die Blutbildung (Wanderzellen), so wie sie Hertwig auf Seite 247 bespricht, sehr gut möglich. Er schreibt: «Bei Selachiern bildet sich der vordere Rand der Keimscheibe zuerst zur Gefässzone um. Hier konnten Rückert und Hoffmann unzweideutige Belege finden, dass die eigentümlichen, oben beschriebenen, mit grossen Kernen versehenen Zellelemente des Dotters (MEROCYTEN) zur Bildung von Blutinseln beitragen, indem sie in Haufen kleiner Zellen zerfallen, sich vom dotterhaltigen Teil des untern Keimblattes ablösen und sich einerseits in die Wandzellen der ersten Gefässe, anderseits in Blutkörperchen sondern.»

Zellteilungen, die sich unmittelbar aufeinander folgen, ohne dass der Kern in den bläschenförmigen Zustand der Ruhe übergeht, und ohne dass dabei eine erneute Spaltung der schon im Keimbläschen vorbereiteten Segmente eintritt.»

Ich nehme nun an, dass das geschwänzte Centrosom der unreifen Eizelle sich beim Reifeprozess in zwei teilt; eines von diesen nimmt die Hälfte der Kernsegmente und führt sie als erste Polzelle aus dem Ei, das zweite geschwänzte Centrosom übernimmt ein Viertel und bildet die zweite Polzelle. Das verbliebene Viertel ist die Chromatinmasse des reifen Eies, und da beide Centrosome mit den Polzellen ausgewandert sind, enthält die reife Eizelle kein eigenes Centrosoma. Die Centrosomen der ersten Furchungsspindel werden daher durch den Spermatozoon bei der Befruchtung in das Ei neu eingeführt.

Bei Eiern, die sich ohne Befruchtung entwickeln können, bildet sich nur ein Polkörperchen. Im Ei bleibt also die Hälfte der Chromatinsubstanz und ein geschwänztes Centrosom, welches die Astrosphäre, die sonst nach meiner Hypothese bei der Parthenogenese unmöglich wäre, bildet.

Wenn die Protoplasmastrahlungen nichts anderes als die im Dotter hinterlassene Spur der Schwanzbewegung sind — so müsste man annehmen, dass auch der Samenkopf eine solche Spur ziehen müsste; in pigmentlosen Eiern ist aber keine sichtbar — weil der Faden (entsprechend dem Fuchsschwanze) die Spur verwischt.

Durch die verschiedene Konsistenz des Protoplasma erklärt sich auch ohne weiteres das Ausbleiben der Sphärenbildung, indem in zu flüssigem Plasma selbstverständlich keine Spuren zurückbleiben können, während im Zentrum der Eikugel, wo sich die Vorkerne vereinigen, das Protoplasma dichter als an der Peripherie ist und um die Centrosomen sieht man auch daher die Sphärenbildung.

Bei der Befruchtung des Eies von Ascaris megalocephala bivalens kann man die Drehung des plumpen, langsam sich bewegenden Samenschwanzes im Protoplasma beobachten, es treten keine Sphären auf. Während der Vereinigung der beiden Kerne teilt sich Mittelstück und Schwanz, dadurch wird er

dünner, zieht sich in die Länge und bei der Furchung sieht man um die Centrosomen je eine Sphäre.

Die Hypothese von der Entstehung der Astrosphären durch hinterlassene Protoplasmaspuren des Spermienschwanzes hoffe ich zu beweisen, indem ich:

1. die Samenzellen intravital, ohne sie zu schädigen, zu färben suche und auf diese Weise die Bewegungen des Schwanzes während der Befruchtung von durchsichtigen Eiern beobachte, während welcher die Astrosphären ja entstehen. Dass überhaupt strahlenförmige Figuren von der Bewegung eines Fadens zustande kommen können, lässt sich noch durch folgendes einfache Experiment zeigen. Zwischen Deckglas und Objektträger wird eine dünne Schicht eines körnchenhaltigen (Kreide) Stärkekleisters ausgebreitet. An eine Kante des Deckglases bringt man Zuckerlösung, an die andere einen Wassertropfen mit langschwänzigen Flagellaten, die durch den Kleister zum Zucker wandern. Die Strahlen werden hier immer nur an einer Seite zu finden sein, da sich eben der Kopf nicht dreht wie im kugeligen Ei;
2. die Reihenfolge der Entstehung der einzelnen Aureolastrahlen verfolge und
3. durch Betrachtung im polarisierten Lichte den Schwanz sichtbar zu machen suche.

Im kommenden Frühjahre hoffe ich an der Internat. Zoolog. Station Neapel einen Arbeitsplatz zu bekommen und werde mich bemühen, die aufgeworfenen Fragen zu lösen.

E. Baumberger, Basel.

Die Eisenerze im Schweizerjura.

Mit 1 Profilzeichnung.

Eingereicht 2. Januar 1907.

Innerhalb der Schichtfolge, welche in der Schweiz sich am Aufbau des Falten- und Tafeljura beteiligt, treten in verschiedenen Horizonten Brauneisenerze auf. Die Juraformation besitzt Eisenoolithe in bedeutender horizontaler, aber verhältnismässig geringer vertikaler Verbreitung an der Basis und im Dach der als *Dogger* bezeichneten Schichtserie. In den Kreidebildungen, welche im westschweizerischen und französischen Jura in weiten Gebieten die Sedimente der Jurazeit eindecken, bietet die Schichtserie des *Valangien* eine stark limonitische Facies. Weit wichtiger und allgemein bekannt sind die Bohnerze, welche in unsern *ältesten tertiären Bildungen* auftreten.

Es gibt also in unserem Juragebiet jurassische, cretacische und alttertiäre (meist eocæne) Brauneisenerze. Heute werden nur noch die alttertiären Bohnerze verhüttet; der Bergbau auf die Eisenoolithe der Jura- und Kreideformation wurde durch die Konkurrenz des ausländischen Eisens lahm gelegt.

1. Jurassische Eisenoolithe.

Im untern Dogger sind es die Mergel und Sandkalke im Hangenden der Opalinusthone, welche Lager von Eisenoolithen eingeschaltet enthalten und wohl bei uns und in Frankreich den Murchisonæ-Schichten angehören[1]). Im nördlichen Berner-

[1]) Anderorts setzt die eisenoolitische Facies schon im Lias ein. Nach *Benecke* (die Versteinerungen der Eisenerzformation von Deutsch-Lothringen und Luxemburg, Strassburg 1905) treten die reichen Lothringischen Eisenerze innerhalb einer 120 m mächtigen mergeligen oder sandig-mergeligen Schichtreihe auf, die den obern Lias und den Dogger bis zu den Murchisonæ-Schichten umfasst. Ueber liasische Vorkommen im Gebiet der Haute-Saône, vergl. *Thirria*, Statistique de la Haute-Saône. Besançon 1833, pag. 256–259, in der Umgebung von Lyon (St. Quentin, La Verpillière) vergl. *Studer*, Index der Petrographie und Stratigraphie 1872, pag. 72, ferner *Oppel*, Juraformation, pag. 233.

jura sind diese Brauneisenerze früher an mehreren Lokalitäten ausgebeutet worden, z. B. in Grange-Guéron und Orties nördlich und östlich von Les Rangiers, ferner in Undervelier. In Grange-Guéron besitzen die drei durch braune Kalke getrennten Eisenoolithlager zusammen eine Mächtigkeit von 2 m [1]). Der Erzgehalt betrug 12 % der geförderten Masse [2]). Eine ähnliche eisenoolithische Facies kommt am Schluss der Doggerentwicklung zur Ausbildung, setzt aber nicht überall in der gleichen Höhe des Profils ein. Es gibt ältere und jüngere Collovien-Brauneisenerze, die nach den Angaben von B. Greppin 9—15 % Erz lieferten. (Essai geol. sur le Jura Suisse, pag. 58.) Abgebaut wurden dieselben im Fricktal, [3]) am Randen, [3]) bei Gutmadingen [3]) an der Donau, ferner im französischen Jura [4]) (Salins, Nantua, Channaz am Fuss des Mont du Chât). Die Gangart der jurassischen Eisenoolithe ist ein eisenschüssiger, mehr oder weniger kalkhaltiger Ton.

2. Brauneisenerze der untern Kreide. [5])

Das Hauptgestein des *Valangien*, der sog. Calcaire roux, wird durch Aufnahme von Brauneisenerzkonkretionen zu einem limonitischen Kalk. Reichern sich die Konkretionen an und verkittet ein eisenschüssiger kalkreicher Ton die meist linsenförmigen, an der Oberfläche fettglänzenden tiefbraunen Körner, dann haben wir den abbauwürdigen, echten Limonit.

In südlichen Gebieten entwickelt sich die limonitische Facies an der Basis des Calcaire roux, in den Profilen zwischen Neuenburgersee und Mortau setzt dieselbe mit ihrer stellenweise sehr reichen Fauna im obern Teil des *Valangien* ein und

[1]) In der Schweiz scheinen die Eisenoolithe der Murchisonæzone nicht so reich entwickelt, wie bei Aalen und Wasseralfingen in Württemberg. *Oppel*, Juraformation, pag. 329.

[2]) Vergl. *Greppin*, Essai géologique sur le Jura Suisse 1867, pag. 38.

[3]) Vergl. Mösch, der Aargauer-Jura. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Lief. IV, 1867.

[4]) Vergl. *Ogerien*, Histoire naturelle du Jura. Paris 1867, ferner *Marcou*, Jura Salinois 1848, pag. 81.

[5]) Vergl. *Baumberger*, Facies und Transgressionen der untern Kreide. 1901. Das Literaturverzeichnis enthält die Arbeiten, welche diese Schichtserie behandeln.

am Ognon greift sie auf die untersten Hauteriviensedimente über. Trotzdem die Eisenoolithe der schweizerischen Kreide gut entwickelt sind, wurden sie nur an verhältnismässig wenigen Stellen ausgebeutet, so im Jouxtal, bei Auberson und Vallorbes. In den benachbarten französischen Gebieten am obern Doubs und in der Umgebung von Nozeroy wurde das Erz in Les Fourgs, Pontarlier, Métabief, Boucherans, Oye, Les Grangettes, Longevilles, Hopitaux-vieux lange Zeit eifrig abgebaut und in den Hochöfen von Pontarlier, Rochejean, Moutène bei Salins verhüttet. Das geförderte Erz wurde meist längere Zeit der Einwirkung der Atmosphärilien ausgesetzt und nachher durch Schlämmen von dem nun gelockerten Ton befreit. Der Abgang war sehr gross, so dass das gewaschene Erz meist nur etwa 20 % der geförderten Masse betrug. Die nachstehenden Analysen geben Aufschluss über die Zusammensetzung der Limonite.[1])

	Erz von Métabief	Erz von Les Fourgs
$(Ca\,Mg)\,CO_3$	29,40	30,40
$Al_2\,O_3$	7,80	8,20
$Si\,O_2$	3,00	2,80
$Fe\,O$	0,88	0,60
$Fe_2\,O_3$	48,00	44,60
$H_2\,O$	9,80	11,80
Verlust	1,12	1,60
	100,00	100,00

3. Tertiäre Bohnerze.[2])

Die tertiäre Bohnerzformation liefert als technisch wichtige Rohmaterialien Brauneisenerze und feuerfeste Erden in Form von Tonen und Quarzsanden. Die Gangart der Braun-

[1]) Vergl. *Thirria*, Mém. sur le terrain jura-crétacé de la Franche-Comté. Annales des Mines. T. 10, 1836.

[2]) Das Verzeichnis der Arbeiten, welche Angaben über Vorkommen und Lagerungsverhältnisse unserer tertiären Bohnerze enthalten, ist zu umfangreich, um dieser kleinen Mitteilung eingefügt zu werden. Ueber die Entstehungsweise der Bohnerzbildungen hat sich jüngst Ls. Rollier ausgesprochen in der Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellschaft in Zürich vom Jahre 1905 in der Arbeit: Die Bohnerzformation oder das Bohnerz und seine Entstehungsweise.

eisenerze sind die im ganzen Juragebiet vorhandenen Tone, die als Bolus bezeichnet werden. Sie bilden in Rücksicht auf die horizontale und vertikale Verbreitung das Hauptgestein der Bohnerzformation. Der Bolus bietet alle möglichen Uebergänge von fettem, plastischem Material zu magern, trockenen und daher leicht brüchigen Tonen. Diese letztgenannte Ausbildung der Tone beruht auf der Aufnahme von Quarzsand, der in Form abgerundeter Körner auftritt. Weisse Flecken und linsenförmig verlaufende Bänder im Ton werden oft durch eine Anreicherung des Quarzsandes bedingt. In ihrer Hauptmasse sind die Bohnerztone gelb, braunrot bis blutrot in allen möglichen Abstufungen gefärbt; seltener treten violette und blaugraue Farbentöne auf. Im allgemeinen scheinen in einem umfangreichern Profil die tiefern Tonhorizonte durch die Eisenhydroxydlösungen intensiver gefärbt als die höher liegenden. Aus der rein tonigen Facies sehen wir bei steigendem Quarzgehalt und gleichzeitigem Zurücktreten des Tones eine sandige Facies hervorgehen, die in ihrer extremen Ausbildung unter dem Namen der Huppererde bekannt ist. Nach dem Gehalt an Tonsubstanz wird dieselbe als fett oder mager bezeichnet. Die reinste Huppererde stellt einen feinen weissen Sand, den sog. Glassand dar. Die Zusammensetzung der Huppererden ergibt sich aus nachstehenden Analysen: [1])

	I. Von Petit Champoz bei Moutier	II. Champ Chalmé bei Court	III. Matzendorf
SiO_2	84,67	88,77	89,84 (wasserfrei) 2,71 (aufgeschlossen)
Al_2O_3	11,63	6,86	5,08
Fe_2O_3		0,77	Spuren
CaO	0,73	0,99	0,73
MgO	0,11	—	—
Glühverlust	2,92	2,59	1,70
	100,06	99,98	100,06

[1]) Analyse I und II aus *C. Schmidt*: Exposition nationale à Genève 1896. Gruppe 27. Rohprodukte und deren erste Verarbeitung, pag. 3 und 4. Die Analyse III verdanke ich Herrn Direktor Schärmely in Matzendorf.

Das Auftreten der Bohnerze ist an die Bolusfacies geknüpft. Die tiefern Horizonte der Tone enthalten in der Regel die für einen lohnenden Bergbau in Betracht fallenden Erze; in den obern Partien der Bolusbildungen treten Brauneisenerzkörner nur sparsam auf, dagegen treffen wir hier nicht selten Linsen von Fasergyps. Die oben erwähnten Erzlager treten nicht als ausgedehnte Flötze auf, sondern in Linsen, Schnüren uud stockartigen Anhäufungen, letztere meist in Vertiefungen der die Unterlage der ganzen Ablagerung bildenden Jurakalke. Oft sind Schächte bis in bedeutende Tiefe abgeteuft worden, ohne auf abbauwürdige Erzlager zu stossen. Die ganze Tonmasse kann völlig steril auftreten.

Die Bohnerze bestehen teils aus Konkretionen von Erbsen- bis Haselnussgrösse mit konzentrisch schaligem Bau (Pisolithen), teils aus grössern meist unregelmässig gestalteten Knollen, bei welchen eine harte eisenreiche Rinde einen weichern, amorphen und oft rostgelb gefärbten Kern einschliesst.

Das geförderte Erz wird vor dem Einschmelzen gewaschen, d. h. vom Bolus, welcher die einzelnen Konkretionen zu einem Konglomerat verkittet, befreit. Dadurch wird das Volumen der geförderten Masse ungefähr auf die Hälfte reduziert. Gegenwärtig werden alle Erze durch Tiefbau gewonnen; die einzig noch in Betrieb stehenden Schächte des Delsbergerbeckens finden sich in der flachen Talsohle und sind auf Tiefen von 42, 54, 107 und 127 m getrieben. Das gesamte Erz der Delsbergergruben — etwa 12,000 t pro Jahr — wird im Hochofen von Choindez verhüttet; es liefert 40—42 % metallisches Eisen von vorzüglicher Qualität, da es namentlich keinen Phosphor oder nur Spuren desselben enthält. Die Zusammensetzung von Bohnerz und Bolus ergibt sich aus folgenden Analysen: [1])

---

[1]) Weitere Bohnerzanalysen vide *Deffner:* Zur Erklärung der Bohnerzgebilde. Württemb. naturw. Jahreshefte. XV. Jahrgang 1859, pag. 274, ferner *Fellenberg*, Bohnerzanalysen. Bull. soc. d'Emulation du Jura 1863.

	Bohnerzanalysen aus der Hütte Choindez		Bolusanalysen	
	I	II	III Petit Champoz bei Moutier	IV Ecorcheresses
SiO_2	14,79	11,69	59,98	68,30
Fe_2O_3	60,33	60,61	3,60	6,55
Al_2O_3	14,65	14,89	27,86	15,75
Ca O	0,23	0,29	0,78	1,70
P_2O_5	0,19	0,22	—	Spur
Mg O	—	—	0,27	1,19
Glühverlust	9,48	12,27	8,56	6,20
	99,67	99,97	101,05	99,69

Analysen I, II, III aus *C. Schmidt*, Rohprodukte und deren erste Verarbeitung loc. cit. pag. 4, IV Bolus von Ecorcheresses aus meiner Sammlung. analysiert im mineralogisch-geolog. Institut der Universität Basel 1903.

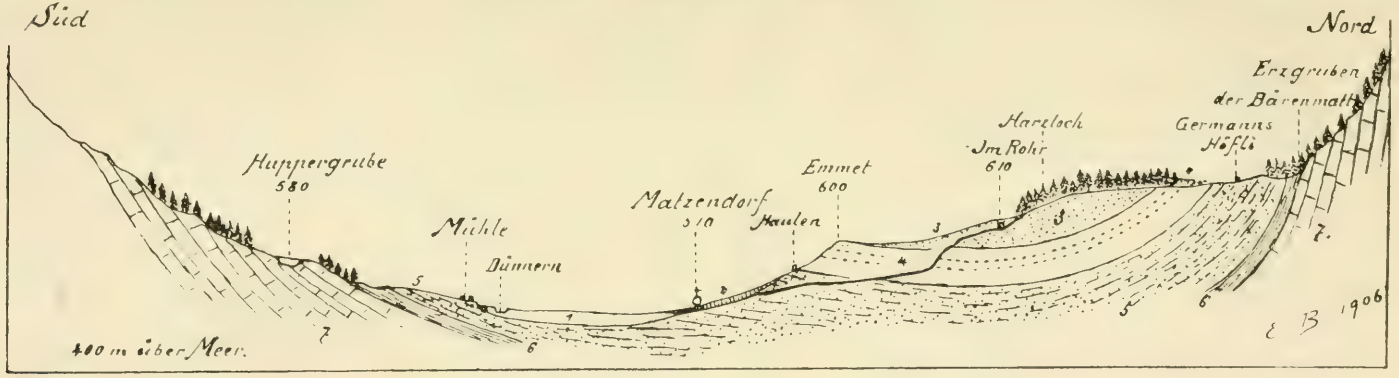
Mit den weitaus vorherrschenden tonigen und sandigen Bildungen der eocænen Bohnerzstufe treten in Verbindung fossilführende Süsswasserabsätze (Lokalname Raitsche) von meist geringer vertikaler Ausdehnung. Sie sind in verschiedener Höhe des Profils linsenförmig in die Tone eingeschaltet; am bekanntesten sind diejenigen, welche im Dach der Bohnerzbildungen auftreten (an der Scheulte zwischen Courroux und Vicques im Delsbergerbecken).

Von besonderem Interesse sind die Beziehungen der Bohnerzbildungen zur Unterlage und zu den Deckschichten.

In Bezug auf die Unterlage ergibt sich die bedeutungsvolle Tatsache, dass die genannten Facies der Bohnerzabsätze *transgredierend* über den verschiedensten Malm- und Kreidekalken sich entwickeln. Dabei weist die Kalkunterlage bis in eine gewisse Tiefe eigenartige Erscheinungen auf, deren Deutung oft mit Schwierigkeiten verbunden ist. Ich nenne die grossen in die Unterlage eingetieften Kessel mit Huppererde, die an unsern Jurahängen oft verhältnismässig nahe beieinander sich vorfinden, ferner Höhlungen, Spalten, Schlote, die mit Hupper oder Bolus oder beiden gefüllt auftreten und nicht selten durch Kanäle miteinander in Verbindung stehen und mannigfaltig gestaltete Apophysen nach verschiedenen Richtungen in das umgebende Gestein aussenden. Die Wandungen

Querprofil durch das Dünnerntal bei Matzendorf.

Länge 1 : 25,000. Höhe 1 : 12,500.



1. Alluvionen der tiefsten Talsohle. 2. Gehängelehm. 3. Molasse grise lausannienne. 4. Delémontien mit 2 Lagern von Süsswasserkalk. 5. Molasse alsacienne. 6. Bolus und Hupper. 7. Jurakalke (Kiméridgien).

Im ganzen Dünnerntal zwischen Balsthal und Subingenberg westlich Gänsbrunnen, ferner beim Elektrizitätswerk Wynau an der Aare und im Bucheggberg und ebenso im Münstertal wird die mächtig entwickelte Molasse alsacienne eingedeckt durch die zirka 40 m messende typische Süsswasserbildung des Delémontien. An günstigen Aufschlüssen beobachten wir eine Wechsellagerung von rötlichen, grauen oder gelblichen Tonen mit Sand- und Kalkmergeln, welch letztere gelegentlich durch einen typischen, meist Schnecken führenden Süsswasserkalk ersetzt werden. Der Übergang zu der homogenen hellgrauen Lausannermolasse vollzieht sich allmählich durch Einschaltung von dünnen, hellgrauen Sandsteinbänken.

der Kessel und Kanäle sind meist eigenartig zerfressen und korrodiert. Dies sind Erscheinungen, welche lebhaft die Vorstellung einer alttertiären Karstlandschaft aufkommen lassen. Das Gestein selbst weist die mannigfaltigsten Veränderungen auf: es ist — um nur die auffälligsten Erscheinungen zu nennen — infolge einer intensiven Entkalkung mürbe geworden, oder es ist mehr oder weniger verkieselt. Eisenhydroxydlösungen sind selbst den verstecktesten Auflagerungsflächen und ebenso Spalten des Gesteins gefolgt und haben eine feine rote Streifung des Kalkes hervorgerufen oder denselben auch völlig durchdrungen und gefärbt. Der Prozess der Entkalkung und der Verkieselung ist namentlich bei frei im Bolus liegenden Kalkbrocken in allen möglichen Stadien zu beobachten; oft handelt es sich nur um eine stark veränderte Rindenpartie bei intakt gebliebenem Kern. Die organischen Einschlüsse der Kalke zeigen dieselben Veränderungen.

Die ursprünglich über den ganzen Jura ausgebreitete Decke der Bohnerzbildungen ist samt den sie überlagernden jüngern Tertiärabsätzen in grossen Gebieten durch Erosion abgetragen worden. (Vergleiche Profilskizze Seite 7). Im Faltenjura ist einzig in den Synklinalen ein guter Teil der tertiären Schichtserie erhalten geblieben. Die Bohnerzbildungen treten an den aus den Talböden aufsteigenden Jurahängen zu Tage. Die Grenze ihrer heutigen horizontalen Ausdehnung ist hier eine typische Erosionsgrenze. Früher wurden in verschiedenen Juramulden die Erze zu Tage oder in geringer Tiefe im Bereiche dieser Erosionsgrenze abgebaut. Auf dem Gewölberücken und bis tief an die Schenkel derselben herab sind Relikte der Bohnerzbildungen einzig in Kesseln und Spalten erhalten geblieben. Die Huppererde wird mit ganz wenig Ausnahmen nur solchen Taschen entnommen (Lengnau, Mühle bei Rickenbach, Füet, Bürenberg, Champ Chalmé bei Court, Petit Champoz bei Münster, Souboz, Mühle bei Matzendorf (vergl. Profilskizze!), Herbetswiler Allmend etc.). Im Tafeljura sind es oft die tektonischen Erscheinungen der Grabenbrüche, durch welche die in Frage stehenden alttertiären Bildungen um einen gewissen Betrag versenkt und so vor der Abtragung bewahrt worden sind (Lausen im Baselland).

Im nördlichen Jura entwickelt sich bis in das Becken von Delsberg über den Bohnerzbildungen die tongrische Schichtserie. Der Schacht von La Communance südlich Delsberg hat eine za. 10 m mächtige tongrische Schichtfolge (Cyathulamergel) und dann auf 114 m Tiefe den Bolus durchfahren. Am Südfuss des Jura und in den nächstfolgenden Juramulden bis weit ins Gebirge hinein ist das Hangende der Bohnerzformation eine Molassebilduug, die in der Hauptsache in reichem Wechsel harte und weiche glimmerreiche Sandsteinschichten aufweist und in verschiedenen Niveaux, meist in blaugrauen widerstandsfähigen Lagern viele Blattabdrücke (Blättermolasse), ferner *Unio flabellata* und Wirbeltierreste einschliesst (No. 5 der Profilskizze). Der untere Teil dieser Schichtserie ist das zeitliche Aequivalent der tongrischen, typisch marinen Absätze im nordschweizerischen Jura. So ist nicht nur die Auflagerungsfläche der Bohnerzabsätze nach Alter und Gestein mannigfaltig zusammengesetzt, sondern wir treffen auch grosse Unterschiede in der faziellen Ausbildung der Sedimente, die zwischen Süd- und Nordrand des Juragebirges die Bohnerzbildungen eindecken.

In den Versuchen, eine befriedigende Lösung des Problems der Entstehung unserer Bohnerzbildungen zu finden, lassen sich zwei prinzipiell verschiedene Richtungen erkennen. Nach der ältern Anschauung, die heute mehr und mehr an Boden verliert, stammt das Material der Bohnerzbildungen aus der Tiefe der Erde und ist durch Mineral- und Thermalquellen an die Oberfläche gebracht worden, und alle Veränderungen, welche das liegende und einschliessende Gestein aufweist, sowie die faziellen Unterschiede der Bohnerzabsätze selbst, werden, oft mehr oder weniger gewaltsam, mit diesen Voraussetzungen und Anschauungen in Einklang zu bringen versucht. Heute ist man mit Recht geneigt, die Bohnerzbildungen als eine typische Terra-rossa-Bildung aufzufassen, die sich auf Kalksteinflächen besonders intensiv erweist. Die Unterlage der alttertiären Bolusbildungen ist eine grosse Transgressionsfläche; in andern Gebieten (Dalmatien, Birma) sind solche Transgressionsflächen mit eben solchen Bolusdecken in andern und sogar übereinander liegenden verschiedenen Horizonten der Gesteinsfolge beobachtet worden. Unter diesem Gesichtspunkte einzig ist die ausserordentlich

grosse horizontale Verbreitung der Bohnerzbildungen zu verstehen, und alle Versuche, die grosse Menge der Einzelerscheinungen zu deuten, müssen hier ihren Ausgangspunkt nehmen. Die bei technischen Arbeiten angeschnittenen Höhlungen und Schlote (in Steingruben etc.), welche mit geschichtetem oder ungeschichtetem Bolus oder mit Sanden angefüllt sind, ferner die über weite Gebiete unserer Jurakalke ausgebreiteten roten Oberflächentone deuten darauf hin, dass bis auf unsere Tage der Prozess der Terra-rossa-Bildung in vollem Gange sich befindet. Was speziell die Bohnerzabsätze im Juragebiet betrifft, so ist das Material, vielleicht mit Ausnahme der tiefsten Horizonte, auf sekundärer Lagerstätte. Schon das Vorkommen von Knochenfragmenten eocæner Säugetiere und das gelegentliche Auftreten von Konglomeraten[1]) im Bolus weist auf einen Transport durch Wasser hin; daher ist auch die Mächtigkeit der Bolusdecke in den verschiedenen Gebieten sehr ungleich. Ich möchte auch die Herausbildung einer tonigen und sandigen Fazies mit dem fliessenden Wasser in Verbindung bringen und die Sortierung der Bestandteile innerhalb unserer Terra-rossa-Decke auf einen lokal verschieden intensiv vor sich gegangenen grossen Schlämmprozess zurückführen. Zu dieser Annahme berechtigt unter anderem die Beobachtung einer *deutlichen Uebergusschichtung* in den Huppersanden der an den Jurahängen verbreiteten Gruben. In den eocænen Terra-rossa-Gebieten bildeten sich in den Depressionen die Süsswasserbecken, deren Sedimente mit ihrer interessanten Schneckenfauna in den verschiedensten Horizonten des Profils als typisch lacustre Bildungen uns heute entgegentreten.

[1]) Im Juni 1893 beobachtete ich beim Bau des Schachtes von La Communance südlich von Delsberg unter den tongrischen Schichten vorerst 1,5 m roten Bolus mit Kalkgeröllen, dann ein Konglomerat, dessen Kalkgerölle mit glänzend polierter Oberfläche durch einen rotgefärbten Kalksand verkittet waren; weiter folgten 45 à 50 m gelbe Tone mit Gypslinsen und selten auftretenden Pisolithen. Bei 60 m stellte sich eine za. 1 m mächtige Konglomeratlage ein, bestehend aus kleinen Kalkgeröllen. Die Kiméridgienunterlage wurde bei 127,5 m erreicht.

Ed. Gerber.

Ueber das Vorkommen von Rhät in den Zwischenbildungen des Lauterbrunnentales.

Während die Zwischenbildungen im Hintergrund des Lauterbrunnentales auf der rechten Talseite freigelegt sind und sich schon aus weiter Entfernung durch ihre gelblichen, rötlichen und schwarzen Farben vom Liegenden (gneissiger Granit) und Hangenden (bläulicher Hochgebirgskalk) abheben, trifft dies für die linke Talseite nicht zu, weil Vegetation und Bergschutt diese Gebilde verdecken. Dank dem Einschneiden einiger Seitenbäche ist es aber doch möglich, auf dem Fussweg von Stechelberg zum Tschingeltritt sich an vier Stellen ein ziemlich vollständiges Bild von der Zusammensetzung der Zwischenbildungen zu verschaffen. Wir finden die genannten Aufschlüsse der Reihe nach: (Siehe Spezialkarte 43a der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz von Gerber, Helgers und Trösch.)

I. Am Ausgang der Sefinenschlucht (1200 m).
II. Im Walde „Auf dem Schopf" (1350 m).
III. Beim Hotel „Tschingelhorn" (1800 m).
IV. Beim Schafläger im Obersteinberg (1900 m).

Im Gegensatz zu Stelle I, II und IV, wo wir *normale* Schichtenfolge konstatieren, treffen wir an Stelle III *Lagerungsstörungen*, deren Klarlegung noch weiterer Detailuntersuchung bedarf. Zusammenfassend weisen die *normalen Profile* von unten nach oben folgende Horizonte auf:

A. Gneissiger Granit.
B. „Verrucano-Sandstein" und grünliche Schiefer.
C. Rauhwacke und dolomitische Kalke.
D. Quarzsandsteine. („Auf dem Schopf" liegen sie auf schwarzen, splitterigen Schiefern, welche Equiseten-Reste einschliessen.)[1])

[1]) Gerber, Beiträge zur Geologie der östlichen Kientaleralpen, Neue Denkschriften der allg. schweiz. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften. Bd. XL., Abh. 2. 1905, S. 53 und 72.

E. Bunte (rote, grüne und gelbe) Schiefer. (Quartenschiefer.)

F. Spätiger Kalk mit kleinen Dolomitbrocken. Bajocien?

G. Kalke und kalkige Schiefer mit Eisenoolith. Bathonien und Callovien.

H. Gelb anwitternde, auf Bruchflächen seidenglänzende Schiefer. Birmenstorfer-Schichten?

J. Hochgebirgskalk (Malm und untere Kreide zum Teil).

Das *gestörte Profil* III finden wir oben in der Bachrunse, welche die Ammerten-Alp von der Untersteinberg-Alp trennt, kaum fünf Minuten vom Hotel Tschingelhorn entfernt. Die Schichten auf der *rechten* Bachseite fallen ungefähr 30° nordwestlich bergeinwärts. Wir notieren von unten nach oben:

1. Gneissiger Granit (Horizont A).
2. 15 m Rauhwacke und 30 m dickbankige, dolomitische Kalke, im untern Niveau gelblichgrau, oben dunkelgrau (C).
3. 1 m heller Quarzsandstein (D).
4. 4 m bläulichgraue, gelb anwitternde dolomitische Kalke und 3 m bunte Schiefer (E).
5. 20 m bläulichgraue, dolomitische Kalke (C).
6. 1 m Quarzsandstein (D).
7. 4 m intensiv gelbe dolomitische Kalkbänke und 10 m bunte Schiefer (E).
8. 6 m Rauhwacke, die übergeht in einige Meter bläuliche, gelb anwitternde dolomitische Kalke (C).
9. Der jetzt folgende Schichtkomplex besteht aus einer Alternation von Quarzsandstein, Tonschiefern und Kalkbänken:
   a. 1 m dunkelbläuliche, braun anwitternde Schiefer.
   b. 2 m glimmerhaltige, gebänderte Quarzsandsteine von ähnlicher Farbe.
   c. 0,20 m rötlich anwitternde Kalke, übergehend in
   d. 1,50 m hellen dickbankigen Quarzsandstein.
   e. 0,50 m dunkler, glimmerhaltiger, sandiger Schiefer.
   f. 3 m heller, bankiger Quarzsandstein.
   g. 1 m rötlich anwitternder Kalk mit grossen Quarzsandsteinbrocken.

h. 1 m Quarzsandstein.
i. 0,80 m rötlich anwitternder Kalk.
k. 1 m heller und dunkler Quarzsandstein.
l. *Bis 1 m dunkler Lumachellenkalk mit kleinen, orangeroten Partien, voll von kleinen, ziemlich gut erhaltenen Zweischalern.* Herr Dr. Aug. Tobler wies mich auf zwei, leider nicht vollständig freigelegte Exemplare von *Avicula contorta* hin, welche mit andern Muscheln das *Rhät* zweifellos beweisen.
m. 1 m dunkle, rostbraun anwitternde Tonschiefer.
n. 5,50 m gebankte, meist helle Quarzsandsteine.

10. Zirka 6 m Weide. Meine Nachgrabungen im gleichen stratigraphischen Niveau auf der linken Bachseite förderten feinkörnigen Spatkalk zum Vorschein (F).
11. Schiefriger Kalk mit Eisenoolithen (G).

Auf der *linken Bachseite* steigt der Gneiss ungefähr 40 m höher und geht oben über in 2 m „Verrucano-Sandstein". Es folgt dann 20 m Weide, in der mehrere kleine Entblössungen auf Rauhwacke deuten. Darüber erkennen wir wieder deutlich 6 m dolomitische Kalkbänke, überlagert von einem zirka 18 m mächtigen Komplex, der 80° bergeinwärts fällt und petrographisch vollständig mit dem Rhät auf der rechten Seite übereinstimmt. Es folgen darüber 6 m feinkörnige Spatkalke, 0,7 m schiefrige Kalke mit Eisenoolith, 2 m gefleckte „Birmenstorfer" und gelb anwitternde Kalkschiefer, die dann in Hochgebirgskalk übergehen, welch letzterer in ermüdender Einförmigkeit den Hang bis zum Spitzhorn (2214 m) aufbaut.

Weitere Untersuchungen werden lehren, ob der beschriebene 18 m mächtige Rhät-Komplex, den ich früher als „Unterer Dogger?" bezeichnete, auch an andern Stellen enthalten ist. Die Bedeutung dieses Fundes ist eine zweifache: Erstens wird dadurch die herrschende Ansicht, dass die helvetische Trias am Nordrand des Aarmassivs fossilleer sei, neuerdings widerlegt und zweitens ermöglicht das gefundene Material eine sichere Altersbestimmung.

Walther Rytz.

Beiträge zur Kenntnis der Pilzflora des Kientales.

(Berner Oberland.)

In den Jahren 1904, 1905 und 1906 hatte ich Gelegenheit, der Pilzflora des Kientales meine Aufmerksamkeit zu schenken. Mein Hauptaugenmerk war zunächst auf Vertreter der Gattung Synchytrium gerichtet, daneben sammelte ich aber auch eifrig Rostpilze und konnte schliesslich eine verhältnismässig ansehnliche Liste dieser Parasiten aufstellen. Von andern Pilzgruppen fand ich gelegentlich die eine oder andere Art, ohne dass ich auf sie besonders acht gehabt hätte. Von meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Ed. Fischer, wurde ich dann veranlasst, ein Verzeichnis der beobachteten Pilze des Kientales zusammenzustellen und zu publizieren, um so den Grund zu legen zu einer kleinen monographischen Skizze eines bestimmten, wohl abgegrenzten Gebietes, ähnlich dem Pilzverzeichnis des Kantons Graubünden von P. Magnus, [1]) zu dem im Jahre 1904 von Th. Wurth ein Nachtrag erschienen ist. [2])

Das folgende Verzeichnis ist aber noch weit davon entfernt, ein auch nur annäherndes Bild geben zu können von der Pilzflora des genannten Tales, und ich muss es weitern Beiträgen überlassen, der Vollständigkeit näher zu rücken, besonders hinsichtlich der hier noch nicht oder kaum berücksichtigten Pilzgruppen.

Besonderen Wert habe ich darauf gelegt, für jeden Standort, wenigstens annähernd, die Höhenquote (nach dem topogr. Atlas der Schweiz 1: 50,000) anzugeben.

[1]) P. Magnus. Erstes Verzeichnis der ihm aus dem Kanton Graubünden bekannt gewordenen Pilze. XXXIV. Jahresbericht der Naturf. Gesellsch. Graubündens. Chur 1890.

[2]) Th. Wurth, Beiträge zur Kenntnis der Pilzflora Graubündens. Chur 1904.

In der Literatur konnte ich, mit Ausnahme von Ed. Fischer: Die Uredineen der Schweiz, [1]) bis jetzt, soweit ich solche benutzen konnte, keine Angaben finden, die ich hier hätte verwerten können.

Wo nichts anderes bemerkt ist, handelt es sich stets um eigene Funde. Innerhalb der Gattungen sind die Arten in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Phykomycetes.

Chytridiaceae.

Synchytrium alpinum Thom.

auf Viola biflora L., häufig und verbreitet, von 1300 m an, in Wäldern und an etwas feuchten Felstufen. Zwischen Gorneren und Steinenberg, 1480 m, Jul.—Aug. 1904. Griesalp an mehreren Orten, 1420 m, 24. Jul. 1904. Bundalp bei za. 2000 m und 2400 m, 21. Aug. 1905. Bei der Gamchibalmclubhütte za. 2400 m, 27. Jul. 1904.

S. cupulatum Thom.

auf Dryas octopetala L., an feuchten Felsen, Bundalp 1860 m, 24. Aug. 1905, za. 1950 m, 20. Aug. 1905.

S. infestans nov. spec. [2])

auf Hutchinsia alpina (L.) R. Br. In Schneetälchen und Guferhalden, auf denen der Schnee lange liegen bleibt. Telli, oberster Geröllkessel, za. 2630 m, 25. Jul. 1904. Bundalp za. 1950 m, 6., 7. Aug. 1904. Weg vom Gamchi zum Hohtürli, za. 2400 m, 29. Jul. 1904. Bundalp-Hohtürli za. 2500 m, 31. Jul. 1904. Unter dem Zahm Andrist, N-Seite za. 2250 m, 10., 11. Aug. 1904;

auf Thlaspi rotundifolium (L.) Gaud. stets in Begleitung infizierter Hutchinsia alpina, aber nie so häufig infiziert wie diese, nur sekundärer Wirt des Pilzes. Telli za. 2630 m, 25. Jul. 1904. Bundalp za. 1950 m, 6., 7. Aug. 1904. Zahm Andrist za. 2250 m, 10., 11. Aug. 1904. Bei dieser Nährpflanze waren häufig nur die unterirdischen, noch nicht ergrünten Sprosse infiziert.

---

[1]) Ed. Fischer. Die Uredineen der Schweiz, in Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz. Bd. II, Heft 2, 1904.

[2]) Siehe W. Rytz, Beiträge zur Kenntnis der Gattung Synchytrium. Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenk. II. Abt. Jahrg. 1907.

S. infestans f. sp. alpicola mihi [1])
auf Anthyllis vulneraria L. Bundalp bei za. 2070 m, an ziemlich steiler und trockener Stelle, 21. Aug. 1905. Infiziert waren nur die untersten Blätter oder Nebenblätter. Ich stelle den Pilz auf dieser Nährpflanze vorderhand noch zu der f. sp. alpicola (auf Hippocrepis comosa und Lotus cornicutatus), trotzdem ich am Standort der typischen Form auf Hippocrepis (Schynige Platte) nur gesunde Anthyllisstöcke fand. Erst Infektionsversuche werden die wahre Natur dieses Pilzes ermitteln können.

S. infestans f. sp. Galii mihi [1])
auf Galium asperum Var. anisophyllum Briq. Auf Guferhalden, Weg zur Gamchibalmhütte za. 2100 m, 22. Jul. 1904. Direkt unterhalb der Gamchibalmhütte za. 2400 m. 27 Jul. 1904. Bundalp za. 1950 m, 6, 7. Aug. 1904. Telli, za. 2600 m und Zahm Andrist N-Seite za. 2200 m, 10., 11. Aug. 1904.

Vorläufig noch zu S. infestans zu stellen ist ein Synchytrium auf Viola calcarata L., bis Infektionsversuche ein anderes beweisen. Bundalp bis za. 2070 m und 2200 m, 7. Aug. 1904 und 21. Aug. 1905.

S. Saxifragae nov. spec. [1])
auf Saxifraga aizoides L. In durchfeuchteten Saxifragapolstern am Ufer kleinerer Rinnsale. Weg zur Gamchibalmclubhütte bei za. 1890 m, 27. Jul. 1904. Unter der Bütlassen bei za. 2200 m, 7. Sept. 1905. Bundalp bei za. 1950 m, 20. Aug. 1904.
auf Saxifraga stellaris L. stets neben infizierten Sax. aizoides. Weg zur Gamchibalmclubhütte bei za. 1890 m, 8. Aug. 1904. Unter der Bütlassen bei za. 2200 m, 7. Sept 1905;
auf Saxifraga androsacea L. stets neben infizierten Sax. aizoides. Unter der Bütlassen bei za. 2200 m, 7. Sept. 1905;
auf Saxifraga moschata Wulf, stets neben infizierten Sax. aizoides. Unter der Bütlassen bei za. 2200 m, 7. Sept. 1905;
auf Androsace chamaejasme Host. stets neben infizierten Sax. aizoides. Weg zur Gamchibalmhütte bei za. 1890 m. 6. Sept. 1905. Unter der Bütlassen bei za. 2200 m, 7. Sept. 1905;

[1]) Loc. cit.

auf Ranunculus montanus (?) Willd. stets neben infizierten Sax. aizoides. Weg zur Gamchibalmhütte bei za. 1890 m. 8. Aug. 1904.

auf Hutchinsia alpina (L.) R. Br., stets neben infizierten Sax. aizoides. Unter der Bütlassen bei za. 2200 m, 7. Sept. 1905. Hutchinsia ist also Nährpflanze zweier Synchytriumarten, und zwar Hauptnährpflanze des S. infestans und Nebennährpflanze des S. Saxifragae. Die Pilze verursachen auf dieser Nährpflanze ganz verschiedene Wucherungen: die Gallen des S. Saxifragae sind mehr einfach, während diejenigen des S. infestans stark zusammengesetzte, häufig auch unregelmässige Warzen darstellen.

S. Taraxaci de By. et Wor.

auf Taraxacum officinale Weber. An Strassenrändern und in Baumgärten häufig, z. B. bei Reichenbach, Scharnachtal, Kiental, Jul. 1904. An höher gelegenen Orten in der Nähe der Sennhütten: Gorneren 1340 m, Jul. 1904, Kohleren za. 1530 m, Jul. 1904. Infektion von Taraxacumstöcken im Freien durch Uebergiessen von zoosporenführendem Wasser und Auflegen von infizierten Blattstücken zeigte nach 14 Tagen schwachen Erfolg (Juli 1904). Kiental, 28. Jun. 1905.

S. vulgatum nov. spec. [1])

auf Campanula Scheuchzeri Vill. ziemlich häufig und verbreitet, über der Baumregion, aber selten in grösseren »Beständen« anzutreffen. Art des Standortes verschieden. Weg zur Gamchibalmhütte bei za. 1890 m, 27. Jul. 1904. Bundalp za. 1900 m, 2000 m, 2300 m, 29. Juli, 6., 7. Aug. 1904. Unter der Bütlassen bei za. 2200 m, 7. Sept. 1905;

auf Phyteuma hemisphaericum L. neben infizierten Campan. Scheuchzeri. Bundalp za. 1900 m, 7. Aug. 1904.

Vorläufig noch zu S. vulgatum zu stellen ist ein Pilz auf Homogyne alpina (L.) Cass. Bundalp za. 1950 m, 3. Juni 1905.

Urophlyctis Trifolii (Pass.) P. Magn.

auf Trifolium repens L. Bundalp za. 2160 m, 21. Aug. 1905.

[1]) Loc. cit.

Peronosporeae.

Cystopus candidus (Pers.)
auf Hutchinsia alpina (L.) R. Br. Bundalp za. 1900 m, 7. Aug. 1904.

C. Tragopogonis (Pers.) Schroet.
auf Centaurea Scabiosa L. Gorneren za. 1420 m, 24. Juli 1904.

Protomycetes.

Protomyces macrosporus Ung.
auf Ligusticum muttellina (L.) Crantz, Bundalp za. 1950 m, 30. Aug. 1905, Gamchi za. 1900 m, 27. Juli 1904.

Pyrenomycetes.

Claviceps Sesleriae R. Stäger
auf Sesleria coerulea (L.) Ard. Bundalp, za. 1950 m, 20. Aug. 1905.

Phyllachora graminis (Pers.)
auf Festuca spec. Bärenpfad, za. 1260 m, 31. Juli 1904.

Phyllachora Trifolii (Pers.)
auf Trifolium repens L., in der Conidienform Polythrincium Trifolii Kunze, Gorneren, za. 1420 m, 31. Juli 1904.

Polystigma ochraceum (Wahlenb.)
auf Prunus padus L., Tschingel, am Bärenpfad za. 1200 m, 6. Sept. 1905.

Discomycetes.

Rhytisma acerinum (Pers.)
auf Acer pseudoplatanus L. Tschingel, za. 1200 m, 6. Aug. 1904.

R. salicinum (Pers.)
auf salix retusa L. Bundalp za. 1900 m, 22. Aug. 1905.

Ustilagineae.

Cintractia Caricis (Pers.) P. Magnus.
auf Carex montana L. Faulbrunnen, za. 1110 m, 28. Juni 1905.
auf Carex ornithopoda Willd. Faulbrunnen, za. 1110 m, 28. Juni 1905.
auf Carex sempervirens Vill. Bundalp, za. 1950 m, 20. Aug. 1905.

Urocystis Anemones (Pers.)

auf Ficaria verna Huds. Gorneren za. 1400 m, 3. Juni 1905.

auf Ranunculus montanus (?) Willd. Weg von der Bundalp zum Hohtürli, za. 2250 m, 31. Juli 1904.

Uredineae.

(I = Aecidien; II = Uredo; III = Teleutosporen.)

Uromyces Aconiti-Lycoctoni (DC.) Winter.

auf Aconitum Lycoctonum L. Tschingel am Bärenpfad, za. 1140 m, 28. Juli 1905, I. Bundalp, za. 1900 m, 20. Aug. 1905, III.

Alchimillae (Pers.) Winter.

auf Alchimilla alpigena (?) Bundalp 1860 m, 24. Aug. 1905, II und III.

auf A. pastoralis (?) Kiental, 6. Sept. 1905, za. 940 m, II und III.

auf A. pubescens Lam. Teleutosporen beiderlei Art (aus dem Uredomycel und aus Uredosporen entstandene) auf demselben Blatt, Bundalp, za. 1860 m, 24. Aug. 1905 II und III.

auf. A. vulgaris L. Tschingel, Dürrenberg, leg. E. Fischer 10. Juli 1893.

U. Alchimillae alpinae Ed. Fischer [1])

auf Alchimilla alpina L. Bundalp za. 1950 m, 22. Aug. 1905, III.

U. Anthyllidis (Grev.) Schroet.

auf Anthyllis vulneraria L. Gorneren ca. 1400 m, 24. Juli 1904. (Nur Uredo vorhanden.)

U. Behenis (DC) Winter

auf Silene venosa (Gil.) Aschers. (= S. inflata.) Zwischen Griesalp und Bundsteg, za. 1440 m, 31. Juli 1904, I und III.

U. Cacaliae (DC) Winter.

auf Adenostyles alpina Bl. Füg. Faulbrunnen, za. 1140 m, 28. Juni 1905.

U. Dactylidis Otth.

auf Ranunculus silvaticus Thuill. Faulbrunnen, za. 1110 m, 28. Juni 1905.

[1]) Ist nach Sydow «Mycotheca gemanica» Fasc. X—XI (No. 450—550) in «Annales Mycologici». Vrl. IV. No. 6. 1906 mit U. melosporus (Therry) Sydow zu bezeichnen.

U. Fabae (Pers.) Schroet.
auf Vicia sepium L. Kohleren ob Gorneren za. 1500 m, 24. Juli 1904.

U. Ficariae (Schum.) Winter
auf Ranunculus Ficaria Huds. Gorneren za. 1420 m. 29. Juli 1906.

U. Hedysari-obscuri (DC) Winter
auf Hedysarum obscurum L. Häufig, Gwindli za. 1770 m. 3. Aug. 1904; Gamchibalmweg za. 1890 m, 8. Aug. 1904: Bundalp za. 1950 m, 20 Aug. 1905.

U. Pisi (Pers.) de Bary.
auf Euphorbia Cyparissias L. I, Gorneren, za. 1380 m. Tschingel 1140 m, Juli 1904.

U. Poae Rabenh.
auf Ficaria verna Huds (= Ranunculus Ficaria L.) I. Gorneren za. 1420 m, 28. Juni 1905. Daneben waren mit Uredo behaftete Poa-Pflanzen.

U. scutellatus (Schr.) Winter.
auf Euphorbia Cyparissias L. III. Bundalp, za. 1870 m. 22. Aug. 1905, mit Leistenskulptur.

U. Trifolii Winter
auf Trifolium repens L. Bundalp za. 1950 m, 20. Aug. 1905, II. III.
auf T. medium L. Gorneren za. 1400 m, 2. Aug. 1904. II. III.

U. Valerianae (Schum.) Winter
auf Valeriana tripteris L. Griesalp, za. 1420 m, 21. Juli 1904, II, III. Bärenpfad za. 1260 m, 2. Aug. 1904. II. III.

U. Veratri (DC) Winter
auf Veratrum album L. Bundalp za. 1860 m, 20. Aug. 1905. II, III.

Puccinia acetosae (Schum.) Körn.
auf Rumex arifolius All. Steinenberg za. 1470 m, 8. Aug. 1904. II, (III.)

P. Aecidii-Leucanthemi Ed. Fischer
I auf Chrysanthemum Leucanthemum L. Gorneren za. 1420 m, 24. Juli 1904. Bärenpfad za. 1260 m, 6. Aug. 1904.

P. albulensis P. Magnus
III auf Veronica alpina L. Bundalp za. 2100 m, 22. Aug.

1905. Vereinzelte Teleutosporen zeigen, wenigstens in der obern Zelle, eine feine Warzenskulptur [1]). Teleutosporenlager ganze Stengelinternodien und ganze Blattflächen (an der Unterseite) überziehend, seltener in kleineren Pusteln; Internodien meist verlängert.

auf Veronica aphylla L. Bundalp, 1950 m, 20. Aug. 1905, za. 2190 m, 22. Aug. 1905. — Teleutosporenlager 1—2 mm, nicht zusammenfliessend, blattunter- und oberseits, nicht am Stengel bemerkt, keine Deformationen verursachend. Teleutosporen oft langgestielt; Zellraum an der Scheitelkappe stets gerade abgeschnitten. Keimpapille der unteren Zelle nicht besonders vorragend, in der Regel der Scheidewand genähert. Skulptur nicht sicher nachweisbar. Grösse durchschnittlich 33×15 μ. — Am 30. Sept. 1904 fand ich am Stockhorn, bei za. 1900 m auf, dieser Nährpflanze einen Rostpilz vom Typus der Puccinia Veronicarum DC. Trotz einiger Unterschiede, besonders in der Infektionsart, dann auch in der Form der Teleutosporen, stimmte diese Form am besten mit der Pucc. albulensis P. Magnus überein, und müsste demnach Veronica aphylla auch als Nährpflanze angeführt werden, bis Experimente etwas anderes beweisen. [2])

P. alpina Fuckel

III auf Viola biflora L. Griesalp, za. 1420 m, 24. Juli 1904 Bärenpfad, za. 1260 m, 6. Aug. 1904; Tschingel, za. 1160 m, 6. Aug. 1904; Bundalp, za. 1920 m und 2200 m, 22. Aug. 1905.

P. Arenariae (Schum.) Winter

III auf Moehringia muscosa L. Griesalp beim Eingang zur Schlucht des Pochtenbaches, za. 1380 m, 3. Aug. 1904.

P. Asperulae odoratae Th. Wurth.

auf Asperula odorata L. Im Wald vor dem Tschingel, za. 1100 m, 6. Aug. 1904. II, III.

P. Astrantiae Kalchbr.

auf Astrantia major L. Tschingel, za. 1160 m, 29. Juni 1905. II, III.

---

[1]) Ed. Fischer loc. cit. pag. 325; der Pilz von der Bundalp besitzt etwas schlankere Teleutosporen.

[2]) Ed. Fischer loc. cit. pag. 554.

P. athamantina Sydow
auf Athamanta cretensis L. I. Gamchiclus, za. 1690 m, 6. Sept 1905.

P. Campanulae Carm.
III auf Campanula pusilla Hnke. Griesalp beim Eingang zur Schlucht des Pochtenbaches, za. 1380 m, 24. Juli 1904. Der Pilz konnte bisher für die Schweiz auf dieser Nährpflanze nicht nachgewiesen werden. — Einige Verschiedenheiten zwischen unserem Pilz und den Beschreibungen von Sydow [1]) und Ed. Fischer [2]) veranlassten mich, Herbarmaterial aus dem botanischen Institut in Bern zum Vergleich heranzuziehen. Das Ergebnis ist folgendes: 1. Auf Campanula pusilla von der Griesalp: Teleutosporenlager an Stengeln und Blattstielen in zahlreichen kleinen, rundlichen Häufchen, oft etwas zusammenfliessend; an der Blattspreite tritt der Pilz unterseits, besonders an der Mittelrippe auf, oder in oft undeutlich kreisförmig angeordneten Lagern. Teleutosporen äusserst feinwarzig, [3]) Warzen sehr klein, aber deutlich sichtbar, besonders an der Scheitelpapille; obere Zelle oft etwas stärker skulptiert als die untere; Form der Teleutosporen bald spindelförmig, bald ellipsoidisch, bald etwas unregelmässig eckig.

2. Auf Campanula pusilla aus Sydow Uredineen No. 1262, Bavaria super. (Allgäu) in valle Birgsau pr. Oberstorf 17. 7. 1898. leg. P. Sydow. Stimmt ziemlich genau mit unserer Form überein, Skulptur [3]) vielleicht im Durchschnitt etwas schwächer, Teleutosporen etwas länger.

3. Auf Campanula rotundifolia aus Sydow Uredineen Nr. 1062 Suecia: Holstad Insel Oeland, VII. 1896, leg. G. v. Lagerheim. Teleutosporen in zerstreuten Lagern, meist nur an der obern Zelle skulptiert [3]), aber Skulptur sehr undeutlich.

4. Auf Campanula Rapunculus aus Sydow Uredineen No. 1207, Marchia: Lichterfelde pr. Berolinum 10. VII. 1898, leg. P. Sydow. Teleutosporen sehr gleichmässig; Skulptur [3]) äusserst fein und leicht zu übersehen, oft wie fehlend, an den Papillen nicht besonders vortretend.

[1]) P. und H. Sydow, Mongraphia Uredinearum. Vol. I. Genus Puccinia. Lipsiae 1904.

[2]) Loc. cit. pag. 175.

[3]) Skulptur offenbar bisher übersehen.

5. Auf Campanula Rapunculus, Gümligenmoos bei Bern, 20. VII. 1895, leg. Ed. Fischer. Teleutosporen ziemlich regelmässig; Skulptur [1]) sehr undeutlich. Lager zerstreut.

6. Auf Campanula Rapunculus, bei Wabern, am Fusse des Gurten, ex. Herb. Otth. Teleutosporen ziemlich regelmässig; Skulptur[*1]) deutlicher als an voriger Form, oft sogar an der Papille sichtbar. Stiel der Sporen oft so lang als diese selbst. — Aus diesem Vergleiche ist ersichtlich, dass die grösste Divergenz zwischen den Formen der Campanula pusilla einerseits und den übrigen anderseits besteht. Somit bleibt es noch etwas fraglich, ob der Pilz auf Campanula pusilla wirklich identisch ist mit den Formen der andern Nährpflanzen.

P. Cari-Bistortae Klebahn.

auf Polygonum bistorta L. Loosplatten, za. 1020 m, 28. Juni 1905. II, III.

P. Caricis (Schum.) Rebent.

I auf Urtica dioica L. Gorneren, za. 1420 m, Juli 1904; Steinenberg, za. 1470 m, Juli 1904; Kiental, za. 940 m. 28., 29. Juni 1905; Bundalp, za. 1690 m, Aug. 1905;

auf Carex hirta L. Bundalp za. 1690 m, Aug. 1905. II, III.

P. Caricis montanae Ed. Fischer

I auf Centaurea montana L. Bundalp, za. 1900 m, 20. Aug. 1905.

P. Carlinae E. Jacky

auf Carlina acaulis L. Loosplatten, za. 1020 m, 6. Sept. 1905. II, III.

auf Carlina vulgaris L. Loosplatten, za. 1020 m, 6. Sept. 1905. II, III.

P. Cirsii Lasch

auf Cirisium spinosissimum (L.) Scop. Bundalp, za. 1950 m, 7. Aug. 1904, 20. Aug. 1905. II, III.

auf Cirsium oleraceum (?) (L.) Scop. Gorneren, za. 1420 m, 24. Juli 1904. II, III.

P. conglomerata (Strauss) Kze. et Schm.

III auf Homogyne alpina L. Griesalp, za. 1420 m, 25. Juli 1904; Griesalp-Bundsteg, 31. Juli 1904; Bundalp, za. 1950 m, 6. Aug. 1904.

[1]) Skulptur offenbar bisher übersehen.

P. coronifera Klebahn
auf Rhamnus cathartica L. oberhalb Reichenbach beza. 800 m, 28. Juni 1905.

P. crepidicola Sydow
auf Crepis blattarioides Vill. Griesalp, za. 1440 m, (Aecidien!) 29. Juni 1905; Bundalp, za. 1950 m, 20. Aug. 1905. II, III.
auf Crepis taraxacifolia Thuill. Faulbrunnen, za. 1100 m, 28. Juni 1905. II, III.

P. Dubyi Müll. Arg.
III auf Androsace glacialis Hoppe, Sefinenfurgge gegen die Bütlassen, za. 2650 m, Aug. 1905.

P. expansa Link.
III auf Senecio doronicum L. Griesalp, za. 1420 m, 25. Juli 1904.

P. Festucae Plowr.
I auf Lonicera nigra L. Tschingel am Bärenpfad, za. 1200 m, 28. Juni 1905.

P. Galii s. str. Th. Wurth.
auf Galium Mollugo L. Kiental, za. 940 m, 6. Sept. 1905. II, III.
auf Galium asperum Var. anisophyllum Briq. Gorneren, za. 1420 m, Juli 1904; Bundalp, za. 1950 m, 19. Aug. 1905; Gamchi, za. 1690 m, 6. Sept. 1905, stets alle 3 Sporenformen gleichzeitig vorhanden.

P. Gentianae Strauss
auf Gentiana cruciata L. Tschingel, 10. Juli 1893, leg. Ed. Fischer; Tschingel, za. 1200 m, 31. Juli 1904; kaum ein Exemplar von G. cruciata ist völlig gesund. II, III.

P. gibberosa Lagerh.
auf Festuca spec. Bärenpfad za. 1200 m, Aug. 1905. II, III.

P. graminis Pers.
I auf Berberis vulgaris L. oberhalb Reichenbach, za. 750 m, Tschingel, za. 1200 m, 28. Juni 1905.
auf Calamagrostis varia (Schrad.) Baumg. Tschingel, Fuss des Bärenpfades, za. 1200 m, 6. Sept. 1905. III, kein Uredo vorhanden.

P. Hieracii (Schum.) Mart.
auf Hieracium murorum auct. Griesalp, za. 1420 m,

21. Juli 1904; Bärenpfad za. 1260 m, 6. Aug. 1904; Bundalp, za. 1950 m, 20. Aug. 1905. II, III.

P. Mei-mamillata O. Semadeni.

I. auf Meum muttellina Gaertn. Bundalp gegen Dünden, za. 2000 m, 21. Aug. 1905.

auf Polygonum bistorta L. Bundalp, za. 1900 m, 20. Aug. 1905. II, III.

auf P. viviparum L. Bundalp, za. 1950 m, 20. Aug. 1905. II, III.

P. Menthae Pers.

f. sp. auf Mentha longifolia Huds. (P. Cruchet) Gorneren, za. 1420 m, 6. Sept. 1905 II, III.

f. sp. auf Satureja Clinopodium Carnel (P. Cruchet) Bärenpfad, za. 1250 m, 6. Aug. 1904. II, (III).

P. Moliniae Tul. oder *P. Brunellarum-Moliniae* P. Cruchet.

auf Molinia coerulea (L.) Moench. Gorneren, za. 1420 m, 6. Sept. 1905; die Zugehörigkeit zu der einen oder andern Form konnte hier nicht absolut ermittelt werden. An jener Stelle suchte ich vergebens nach Aecidien auf Brunella (Sept. 1905). II, III.

P. Morthieri Körnicke

III auf Geranium silvaticum L. Weg zur Gamchibalm, za. 1950 m, 27. Juli 1904.

P. Mougeotii Lagerh.

auf Thesium alpinum L. Bundalp, za. 1870 m, 2000 m, 21. Aug. 1905. II, III.

P. Pazschkei Dietel.

III. auf Saxifraga aizoon Jacq. Bundalp, za. 2000 m, 20. Aug. 1905.

P. Pimpinellae (Strauss.) Mart.

auf Pimpinella magna L. Var rubra Hoppe. Gwindli, za. 1770 m, 3. Aug. 1904. II, III.

auf P. spec. Bundalp, za. 1860 m, 19. Aug. 1905. II, III.

P. Poarum Nielsen

I auf Tussilago farfara L. Faulbrunnen, za. 1120 m, Tschingel, za. 1200 m, 28. Juni 1905.

P. Polygoni-vivipari Karst.

auf Polygonum viviparum L. Loosplatten, za. 1020 m, 28. Juni 1905. II, III.

P. pygmaea Eriksson
auf Calamagrostis varia (Schrad.) Baumg. Tschingel, am Fuss des Bärenpfades, neben Aecidium Rhamni Gmel. za. 1200 m, 6. Sept 1905. II, III.

P. Rumicis scutati (DC.) Winter.
auf Rumex scutatus L. Gorneren, za. 1420 m, 24. Aug. 1905. II.

P. Saxifragae Schlechtend.
III auf Saxifraga androsacea L. Bundalp gegen den Bundstock, za. 2190 m, 22. Aug. 1905.
auf S. stellaris L. Gwindli, za. 1770 m, 3. Aug. 1904. Auf dieser Nährpflanze in der Schweiz noch nicht nachgewiesen.

P. Sesleriae coeruleae nov. nom. ad int. Ed. Fischer
auf Sesleria coerulea (L.) Ard. Gorneren, za. 1420 m, 24. Juli 1904. II, III.

P. silvatica Schroeter
auf Taraxacum officinale Weber. Kiental an mehreren Orten, za. 950 m, 28. Juni 1905. I.

P. Soldanellae (DC.) Fuckel
auf Soldanella alpina L. Weg zur Gamchibalm, za. 1950 m, 27. Juli 1904. I. Gwindli, za. 1770 m, 3. Aug. 1904. I.

P. suaveolens (Pers.) Rostr.
auf Cirsium arvense (L.) Scop. Kiental, za. 900 m, Juli 1904. III.

P. Taraxaci Plowr.
auf Taraxacum officinale Weber. Bundalp, za. 1900 m, 20. Aug. 1905. II, III.
auf T. spec. Unter der Bütlassen, za. 2200 m, 13. September 1906. II, III.

P. Thlaspeos Schubert
III. auf Thlaspi rotundifolium (L.) Gaud. Bundalp, za. 1950 m, 6. 7. Aug. 1904.

P. Veronicarum DC.
auf Veronica urticifolia L. fil (= V. latifolia L. ex Kern.). Bärenpfad, za. 1260 m, 31. Juli 1904 und 6. August 1904. Tschingel, 10. Juli 1893. f. persistens leg. Ed. Fischer.

P. Violae (Schum) DC.
auf Viola calcarata L. Steinenberg, za. 1470 m, 6. Sept. 1905. II, (III).

auf Viola spec. (V. arenaria?) Steinenberg, za. 1470 m, 6. Sept. 1905. II, (III).

P. Volkartiana Ed. Fischer

III. auf Androsace chamaejasme Host. Bundalp, za. 1920 m, 22. und 24. Aug. 1905. Diese Art war bisher nur von einem einzigen Standort bekannt (Bockmattli, Wäggital, Kt. Schwyz, 1800 m. 7. Juni 1903, leg. Volkart). An dem sehr reichlichen Material suchte ich stets vergebens nach Pykniden; die jüngsten Stadien des Pilzes waren stets rote Flecken auf der Nährpflanze, aus denen dann die schwarzen Teleutosporenlager hervorbrachen.

P. Zopfii Winter

auf Caltha palustris L. Aecidien: Tschingel, za. 1160 m, 28. Juni 1905; Gorneren, za. 1420 m, 3. und 28. Juni 1905. Teleutosporen: Gorneren, za. 1420 m, 24. Juli 1904.

Gymnosporangium juniperinum (L.) Fr.

I. auf Sorbus aucuparia L. Sehr häufig. Gorneren, za. 1420 m, Juli 1904. Griesalp, za. 1420 m, 21. Juli 1904.

Phragmidium Potentillae (Pers.) Winter

auf Potentilla spec. Gorneren, za. 1400 m, 3. Aug. 1904; Bundalp, za. 1860 m, 20. und 24. Aug. 1905. II, III.

P. Rubi-Idaei (Pers.) Winter

auf Rubus Idaeus L. Tschingel, za. 1160 m, 28. Juni 1905. I.

P. subcorticium (Schrank) Winter

auf Rosa spec. Tschingel an mehreren Orten, Kiental, Juli 1904. II.

Triphragmium echinatum Lév

III. auf Meum muttellina Gaertn. Bundalp, za. 1950 m, 22. Aug. 1905.

Chrysomyxa Rhododendri (DC.) de Bary

I auf Picea excelsa Link. Sehr häufig. z. B. Griesalp, za. 1420 m, 21. Juli 1904, Kiental 9. Sept. 1885, (Herb. Tavel), nach Ed. Fischer loc. cit.

auf Rhododendron ferrugineum L. Gemein. z. B. Griesalp, za. 1470 m, 21. Juli 1904. II, III.

auf Rh. hirsutum L. Gemein. z. B. Weg zur Gamchibalm, za. 1950 m, 22. Juli 1904; unterhalb Bundalp, za. 1590 m, 28. Juni 1905. II, III.

Coleosporium Euphrasiae (*Schum.*) Winter
auf Euphrasia officinalis L. Tschingel, za. 1160 m, 6. Sept. 1905. II.

C. Cacaliae (*DC.*) Wagner
auf Adenostyles alpina Bl. Fing. Gwindli, za. 1750 m, 3. Aug. 1904. II. Bundalp, za. 1900 m, 6. Aug. 1904. II, (III).

C. Campanulae (*Pers.*) Lév.
auf Campanula pusilla Hänk. Weg zur Gamchibalm, za. 1900 m, 27. Juli 1904. II.
auf C. rotundifolia L. Weg zur Gamchibalm, za. 1900 m, 27. Juli 1904. II.
auf C. Scheuchzeri Vill. Bundalp, za. 1900 m, 20. Aug. 1905. II.

Pucciniastrum Epilobii (*Pers.*) Otth
auf Epilobium angustifolium L. Kiental, za. 950 m, 6. Sept. 1905. II, III.

P. (*Calyptospora*) *Goeppertianum* (*Kühn*) Klebahn
III auf Vaccinium Vitis Idaea L. Tschingel, za. 1140 m, Juli 1904; Bundalp, za. 1860 m, 22. Aug. 1905.

Melampsora Helioscopiae (*Pers.*) Winter
auf Euphorbia Cyparissias L. Am Weg von der Griesalp zum Gwindli, za. 1600 m, 3. Aug. 1904. II, III.

M. Larici-Capraearum Klebahn
auf Salix Capraea L. Griesalp, za. 1400 m, 21. Juli 1904. II.

M. Larici-epitea Klebahn (erweitert Ed. Fischer)
f. sp. Larici-Retusae, Ed. Fischer auf Salix retusa L. II, III. Bundalp, za. 1920 m, 20. Aug. 1905 (Teleutosporen).
f. sp. Larici-reticulatae, O. Schneider auf Salix reticulata L. Bundalp, za. 1920 m, 6. Aug. 1904. II, III.

M. Lini (*Pers.*) Dsm.
auf Linum catharticum L. Gorneren, za. 1400 m, 23. Juli 1904, II.

Unvollständig bekannte Uredineen.

Aecidium Aconiti-Napelli (*DC.*) Winter
auf Aconitum Napellus L. Weg zur Gamchibalm, za. 1950 m, 27. Juli 1904; Steinenberg, za. 1480 m, 28. Juni 1905; Bundalp, za. 1920 m, 20. Aug. 1905; Gwindli, za. 1770 m, 3. Aug. 1904. Dürrenberg, 9. Juli 1893, leg. Ed. Fischer.

auf Ac. variegatum L. Tschingel am Bärenpfad, za. 1200 m, 28. Juni 1905. Sofern dieses Aecidium zu dieser Art gehört, ist die Nährpflanze überhaupt neu.

Ac. Rhamni Gmelin

auf Rhamnus alpina L. Tschingel am Bärenpfad, za. 1200 m, 28. Juni 1905. Daneben fand sich im Herbst desselben Jahres Puccinia pygmaea.

Uredo alpestris Schroeter

auf Viola biflora L. Steinenberg, za. 1530 m, 6. Sept. 1905.

U. Pirolae (Gmelin) Winter

auf Pirola secunda L. Wald beim Tschingel, za. 1140 m, 6. Aug. 1904.

Caeoma Saxifragae (Strauss) Winter

auf Saxifraga aizoides L. Bundalp, za. 1950 m, 6. Aug. 1904, und noch teilweise unter dem Schnee am 28. Juni 1905. Gwindli, za. 1760 m, 3. Aug. 1904.

Hymenomycetes.

Exobasidium Rhododendri Cramer

auf Rhododendron ferrugineum L. Griesalp, za. 1420 m, 21. Juli 1904.

E. Vaccinii (Fckl.) Woron.

auf Vaccinium Vitis Idaea L. Griesalp, za. 1420 m, 21. Juli 1904.

Bern, im März 1907.

Mathilde Schneider-v. Orelli

Untersuchungen über das Auge von Anableps tetrophthalmus.

Die vorliegende Arbeit wurde im zoologischen Institut der Hochschule Bern ausgeführt. Herrn Prof. Dr. Studer, der mir die Anregung dazu gab und mir mit seiner Erfahrung zur Seite stand, sowie Herrn Privatdozent Dr. W. Volz, der mir im Verlaufe meiner Untersuchungen oft seinen Beistand lieh, möchte ich an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aussprechen.

Das Material, das ich benutzte, stammt aus Pará und wurde dem zoologischen Institut durch Herrn Prof. Dr. Göldi übermittelt. Es standen mir eine Anzahl ausgewachsener Tiere, Männchen und Weibchen, zur Verfügung, dazu eine Menge von Embryonen auf verschiedenen Entwicklungsstufen. Alle waren in Formol konserviert. Zur Einbettung benutzte ich sowohl Celloidin als Paraffin und machte dabei die Erfahrung, dass Celloidin sich besser eignet für ausgewachsene Augen, während man bei Embryonen gut die Paraffinmethode anwenden kann.

I. Systematik und Biologie.

Anableps tetrophthalmus ist ein Teleostier; er gehört in die Ordnung der Physostomi und zur Familie der Cyprinodonten. Diese Familie hat ihre grösste Verbreitung in Amerika und Afrika, und ihre Vertreter sind teils Meerfische, teils Bewohner der Flüsse und Seen der Kontinente. In den Gewässern der Anden steigen sie bis zu einer Höhe von 4000 m. Unter der grossen Zahl von Vertretern ist Anableps wohl die interessanteste Gattung. Durch die eigentümliche Beschaffenheit ihrer Augen, die durch ein horizontales Pigmentband der Cornea in ein oberes Land- und ein unteres Wasserauge getrennt sind, durch den

äusserlichen Begattungsapparat des Männchens (die umgewandelte Analflosse), durch die Viviparität, die sonst bei Fischen so selten ist, zeichnet sie sich vor allen andern aus. In ihrer Ausbreitung ist die Gattung auf das karibische Meer und das nördliche Küstengebiet Süd-Amerikas beschränkt. Eine einzige Art wurde von Kapitän Dow (11) im pazifischen Ozean gefunden und nach ihm Anableps Dowii Gill benannt.

Unser Anableps unterscheidet sich von den beiden andern atlantischen Arten durch den relativ grossen Zwischenraum zwischen beiden Augen, durch die kürzere Schnauze und durch gedrungeneren Körperbau.

Was seine Lebensweise betrifft, so weiss schon 1846 Valenciennes (10) zu berichten, dass er ein Strandbewohner ist, dass er oft das Wasser verlässt und auf dem Schlamme weiterkriecht. Leschenault, der Berichterstatter Valenciennes, hatte sogar beobachtet, dass der Fisch beim Schwimmen die obere Hälfte seines Auges über, die andere unter dem Wasser hat.

Schomburgk (25) hatte auf seiner Reise in Britisch-Guyana auch Gelegenheit, unsern Fisch zu beobachten. Die Expedition hatte auf einer Muschelbank an der Mündung des Waini Halt gemacht, und Schomburgk fährt nun fort: «So reich unsere Tafel mit Geflügel besetzt war, so gelang es uns doch nicht, dieser irgend einen schmackhaften Fisch beizugesellen; die ausgeworfenen Angeln wurden durchwegs ohne Beute zurückgezogen. Nur der wenig schmackhafte Anableps tetrophthalmus (foureye der Kolonisten) suchte uns diesen Mangel an Ueberfluss zu ersetzen, indem er sich in zahllosen Scharen längs der Küste und der Bank hindrängte, so dass dann gewöhnlich eine grosse Anzahl, von der eintretenden Ebbe überrascht, auf dem flachen Strande zurückbleibt und dem immer mehr zurückweichenden Wassersaum durch gewaltige Sprünge nachzueilen suchen muss, in welchem Bestreben ein ansehnlicher Teil von den gefiederten Scharen erreicht wird. Nie habe ich den Fisch in den Flüssen jenseits der Grenze des salzigen Wassers gefunden.»

Auch Klinkowström (19) kann aus eigener Anschauung über das Leben und Treiben des Anableps berichten: «Das Vierauge» (der deutsche Name für Anableps) lebt in dem Küstengebiet von Suriname in den Flussmündungen und in den kleinen deltaarti-

gen Kanälen, die die Flüsse mit dem Meere verbinden. Es ist hier sehr häufig und kann überall im seichten Wasser nahe dem Ufer in Rudeln von 10—40 Stück gesehen werden. Gewöhnlich stehen sie unbeweglich im Wasser dicht bei dem lehmigen Ufer, nach Beute (Insekten und dergleichen) spähend. Werden sie beunruhigt, so schiessen sie alle auf einmal blitzschnell, halb schwimmend, halb in der Luft wie Delphine springend, durch das Wasser, um einige hundert Schritte davon wieder unbeweglich zu liegen. Am eigentümlichsten ist jedoch die Art, auf welche sie schwimmen. Nimmer habe ich einen Anableps unter Wasser tauchen gesehen, immer schwimmen sie an der Oberfläche, mit einem Teil des Rückens und des Kopfes über Wasser. Dabei liegt der horizontale Pigmentstreifen der Cornea genau in der Wasserlinie, das untere «Auge» unterhalb, das obere «Auge» aber oberhalb derselben. Auf der untern Hälfte der Retina werden die aus der Luft kommenden Lichtstrahlen, auf der obern die aus dem Wasser kommenden gebrochen . . . . Der Vorteil, den diese Einrichtung dem Tiere gewährt, ist einleuchtend; das obere «Auge» hilft ihm, die Beute zu entdecken, während gleichzeitig das untere «Auge» ihn vor von der Tiefe drohenden Gefahren (Raubfischen und dergleichen) warnt.»

II. Historisches.

Ein Fisch mit so interessanten Eigenschaften wie Anableps musste schon früh die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich ziehen, und so finden wir ihn denn schon bei den ältern Autoren wenigstens erwähnt oder mehr oder weniger ausführlich beschrieben. Den meisten ist nur eine Art der Gattung Anableps bekannt, und zwar ist dies in den meisten Fällen unser Anableps tetrophthalmus.

Schon im «Genera Piscium» (1) und «Species Piscium» (2) von Artedi tritt er auf und zwar unter dem Namen A. Artedi. Auch Seba (27) in seinem grossen Werke „Thesaurus rerum naturalium“ widmet ihm eine recht eingehende Beschreibung, die zwar nicht in allen Teilen genau ist. Auch die Figuren, die dem Texte beigegeben sind, scheinen nicht mit genügender Sorgfalt ausgeführt zu sein. Wie Valenciennes (10) bemerkt, lässt sich

nicht einmal mit Sicherheit bestimmen, welche Art der Gattung Anableps hier als Vorbild gedient hat. Ein Abschnitt in der Beschreibung ist auch dem Auge des Fisches gewidmet. Doch werden wir über die Anatomie desselben ganz im Unklaren gelassen, da der Autor sich hauptsächlich mit der Frage beschäftigt, ob es dem Anableps möglich sei, auch gerade vor sich hin und nach unten zu schauen, oder ob er den Blick beständig nach oben richten müsse.

Gronovius (15) in seinem „Museum Ichthyologicum" liefert einen genauen beschreibenden Text des A. Artedi. Was die Augen anbelangt, so begnügt er sich, ihre Lage und Stellung genau zu bezeichnen. Auch auf der Abbildung kommt die Teilung der Augen durch das horizontale Band nirgends recht zur Geltung.

Linné (23) hat unsern Fisch ebenfalls in sein System eingereiht, allerdings nicht unter dem Namen Anableps Artedi, sondern er zählt ihn zur Gattung Cobitis und gibt ihm den Speziesnamen Anableps. In der Beschreibung beschränkt sich Linné auf das Aufzählen von ein paar äusserlichen Merkmalen, ohne den interessanten Bau der Augen auch nur zu erwähnen.

Einige Zeit darauf erschienen zwei Arbeiten, in denen nun auch die Augen dieses Fisches Berücksichtigung fanden. Bloch (6) gibt in seiner „Naturgeschichte der ausländischen Fische" eine genaue Beschreibung des ganzen Fisches: er hat auch die Verhältnisse im Auge, so gut man sie von aussen ohne eingehendere anatomische Untersuchung erkennen kann, im allgemeinen richtig beobachtet. Nur drückt er sich allerdings nicht in allen Punkten genügend klar aus.

Lacépède (20) hat das Auge des Anableps sogar zum Gegenstande ganz besonderer Studien gemacht und zwei Arbeiten darüber herausgegeben, von denen mir aber nur die eine zugänglich war. Er spricht in dieser Arbeit die Ansicht aus, dass der Name A. tetrophthalmus, deutsch Vierauge, unrichtig sei, da einige Organe des Auges, wie Linse, Glaskörper und Retina nur einfach vorhanden seien. Er hätte auch Iris und Cornea unter die nur in der Einzahl vorhandenen Organe einreihen können, während er irrtümlicherweise von einer doppelten Iris und einer doppelten Cornea spricht. Dagegen ist er meines Wissens der

erste, der erkannt hat, dass die beiden Teile der Cornea verschiedenen Kugelflächen angehören.

Die beste und genaueste Arbeit über Anableps finden wir in der „Histoire naturelle des poissons“ von Cuvier und Valenciennes (10). Zum ersten Mal werden hier auch die drei bekannten Arten des atlantischen Ozeans scharf charakterisiert und auseinander gehalten. Die Augen hat Valenciennes so sorgfältig untersucht, wie kein anderer vor ihm, nur war allem Anschein nach die Untersuchung bloss eine makroskopische.

Die Arbeiten, die seither über Anableps erschienen sind, beschränken sich auf solche systematischer Art, wie z. B. die schon erwähnten Beschreibungen der neu entdeckten Art im pazifischen Ozean (11, 14, 28). Eine Ausnahme davon macht die Publikation Klinkowströms (19): „Beiträge zur Kenntnis des Auges von Anableps tetrophthalmus“, der es sich hauptsächlich zur Aufgabe gestellt hat, die anatomischen Verhältnisse dieses merkwürdigen Auges klar zu legen. Er beschränkte sich auch nicht bloss auf die makroskopische Untersuchung, sondern er zerlegte die Augen mehrerer neugeborner Jungen in Schnittserien. Ein solcher Schnitt, vertikal durch die Mitte des Auges, wurde sorgfältig gezeichnet und das Bild der Arbeit beigelegt.

Da sich aber Klinkowström in seinen Ausführungen ungemein kurz fasst, und da er nur die anatomischen Verhältnisse des Auges berücksichtigt, ohne auf die Beschreibung der Gewebe einzutreten, so schien es nicht überflüssig, durch eine noch eingehendere anatomische und soweit möglich auch histologische Untersuchung die Arbeit Klinkowströms zu ergänzen.

III. Anatomie.

Auf den ersten Blick fällt bei der Betrachtung des Fisches die eigentümliche Lage und Stellung der Augen auf. Diese stehen nämlich erhöht und ragen nach oben und seitlich beträchtlich über die Oberfläche des Kopfes hinaus. Auf der innern Seite werden sie von einem gewölbeartig hervortretenden Ausläufer des Stirnbeins umfasst, der für das Auge, das bei seiner exponierten Lage mancherlei Gefahren ausgesetzt ist, einen vortrefflichen Schutz bildet. Diese Frontalbogen entspringen in geringer

Entfernung von der Medianlinie des Kopfes und wölben sich dann nach oben, indem sie sich immer weiter voneinander entfernen. Ich habe bei einem erwachsenen Exemplar unten 4 mm und oben 9 mm Abstand gemessen.

Auf der untern Seite ist der Bulbus nur von weichem Gewebe umgeben, das keinen besondern Schutz bietet.

Die Augen schauen seitlich nach aussen und zwar so, dass die Sehaxe des Auges senkrecht zur Längsaxe des Körpers steht.

Der Bulbus hat eine kugelige Gestalt von etwa 8 mm Durchmesser. Die Falten, die die Cutis bei den meisten andern Fischen in der Umgebung des Auges bildet und die, wie Berger (4) vermutet, diesem eine gewisse Beweglichkeit ermöglichen, fehlen hier vollständig. Auch der hohe knöcherne Rand, der den Bulbus fest umschliesst, trägt dazu bei, dem Auge irgend welche Veränderung seiner Lage unmöglich zu machen, so dass dieses noch mehr als die meisten andern Fischaugen den Eindruck des Starren und Unbeweglichen erweckt.

Auf der hintern Seite ist der Bulbus wie bei den meisten andern Fischen in ein Polster von Fettgewebe eingebettet.

Das Auge selbst weist infolge seiner Trennung in Land- und Wasserhälfte dem Fische eine ganz eigentümliche Stelle im Tierreich zu. Zwar steht unser Anableps, wie Beer (3) bemerkt, mit dieser Eigenschaft nicht allein da. Bei einigen Insekten und speziell bei Gyrinus mergus treffen wir ähnliche Verhältnisse. Das Auge dieses Käfers wird durch einen breiten Querstreifen in eine obere und in eine untere Partie geteilt, so dass es dem Tiere möglich ist, beim Schwimmen gleichzeitig im Wasser und in der Luft zu sehen. Eine nähere Untersuchung dieser Augen wäre gewiss eine ungemein lohnende Aufgabe. Denn wenn, wie zu vermuten ist, das Auge von Anableps und von Gyrinus auch nach dem gleichen Grundprinzip gebaut sind, so bestehen doch solche Unterschiede zwischen dem Insekten- und dem Fischauge, dass im einzelnen sicher viele neue interessante Beobachtungen gemacht werden könnten.

Ich werde im folgenden kurz die Verhältnisse des Anablepsauges schildern, wie sie sich durch die makroskopische Untersuchung erkennen lassen.

Auf den ersten Blick fällt auf, dass die Hornhaut eine stärkere Krümmung aufweist als im gewöhnlichen Fischauge. Es ist aber darauf nicht so sehr Gewicht zu legen, da auch Berger (4) Fische erwähnt (Chrysophrys aurata und Uranoscopus scaber), deren Hornhaut nicht als flach bezeichnet werden kann. Hingegen ist von grosser Wichtigkeit die ungleiche Krümmung der Cornea. Wie schon gesagt, ist diese durch ein fast horizontales Pigmentband in zwei Hälften getrennt, von denen die obere schwächer, die untere stärker gekrümmt ist. Die beiden Teile sind ungleich gross, da der Pigmentstreifen etwas nach unten verschoben ist.

Nach hinten setzt sich die Hornhaut in die knorpelige Sclera fort. Innerhalb der Sclera und Cornea folgt die Chorioidea mit der Iris, erstere dadurch ausgezeichnet, dass sie eine sehr grosse Chorioidealdrüse einschliesst. Processus falciformis und Campanula Halleri fehlen diesem Auge vollständig. Die Iris umgibt mit schmalem Rande eine grosse Pupille. In der Höhe des cornealen Pigmentstreifens, ungefähr in der Mitte zwischen oberm und unterm Rand, springt sie von jeder Seite mit einem vorn abgerundeten Lappen gegen die Mitte des Auges vor. Hier treffen sich die beiden Enden und legen sich dicht nebeneinander, oder es kommt noch häufiger vor, dass der eine Lappen über den andern hinübergreift. Auf diese Weise wird die Pupille wie die Cornea in eine obere und eine untere Hälfte zerlegt.

Die Entwicklung dieser Lappen ist an Embryonen von verschiedenem Alter leicht zu verfolgen.

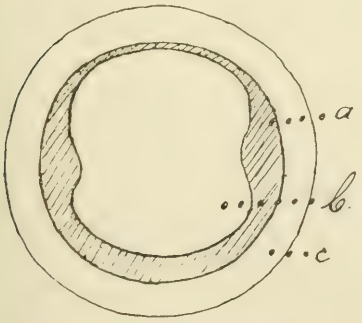


Fig. 1. **Embryo, 17 mm.**
a) Iris. b) Pupille. c) Sclera.

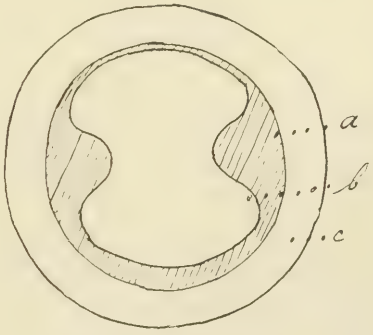


Fig. 2. **Embryo, 27 mm.**
a) Iris. b) Pupille. c) Sclera.

Bei einem Embryo von 17 mm Länge gehen die beiden Pupillen noch ganz ineinander über. Nur kleine seitliche Vorwölbungen der Iris bezeichnen die Stelle der spätern Lappen.

Das folgende Stadium traf ich im Auge eines Embryo von 27 mm Länge. Hier nähert sich der Rand der Pupille schon eher der Form einer 8, und die Lappen treten sehr deutlich hervor. Noch ausgeprägter kommt dies in der dritten Figur zur

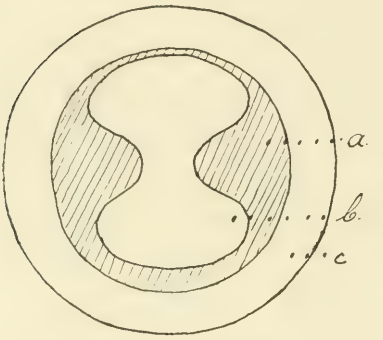


Fig. 3. **Embryo, 35 mm.**
a) Iris. b) Pupille. c) Sclera.

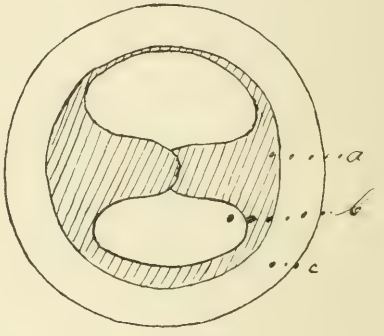


Fig. 4. **Ausgewachsener Fisch.**
a) Iris. b) Pupille. c) Sclera.

Geltung. Es ist dies die Iris eines 35 mm langen Embryo, und von hier ist nur mehr ein kleiner Schritt zu den Verhältnissen des ausgewachsenen Auges.

Die beiden Pupillen sind von ungleicher Grösse, da der untere Rand der Iris breiter ist als der obere. Sie werden oben und unten von einem konkaven Bogen begrenzt, gegen die Mitte zu von zwei konvexen, den Begrenzungslinien der beiden Irislappen.

Hinter den beiden Pupillen liegt eine grosse Linse, die fast den ganzen Raum zwischen Iris und Netzhaut ausfüllt. Sie ist aber nicht rund wie die gewöhnliche Fischlinse, sondern weist im Bereich der untern Pupille einen Vorsprung auf.

Die vordere Augenkammer, durch Cornea, Iris und Linse begrenzt, ist in einen obern und untern Raum zerlegt, da die beiden Irislappen sowohl der Linse als der Cornea dicht aufliegen. Die obere der beiden Augenkammern zeigt in der Richtung von oben nach unten eine grössere Ausdehnung als

die untere. Diese hingegen weist infolge der stärkern Krümmung der Hornhaut einen grössern Abstand auf zwischen Cornea einerseits und Iris und Linse anderseits.

Ein Glaskörper füllt den engen Raum zwischen Linse und Netzhaut aus.

Die hintere Augenkammer wird von einer wohl ausgebildeten Retina ausgekleidet. Diese bildet im Niveau des Hornhaut-Pigmentbandes eine horizontale Falte. Dadurch wird auch die Retina in zwei Hälften getrennt, die einander in einem stumpfen Winkel schneiden. Die obere derselben empfängt die Strahlen, die aus dem Wasser ins Auge fallen, die untere die aus der Luft kommenden. Der Sehnerv durchbohrt die umhüllenden Schichten des Auges in schiefer Richtung. Er tritt im innern untern Teil des Bulbus an das Auge heran, richtet sich in seinem weitern Verlaufe mehr nach oben und aussen, bis er in der erwähnten Falte durch die Retina ins Auge tritt, um radiär nach allen Seiten auszustrahlen. Die Sehnervenpapille ist vertieft, während sie bei den meisten andern Fischen eine Erhöhung in der Netzhaut bildet.

Ist es nun eigentlich statthaft, beim Anableps von vier Augen zu sprechen? Vom rein anatomischen Standpunkt aus gewiss nicht, da doch die Organe jedes Bulbus nur in der Einzahl vorhanden sind. Aber da wiederum bei den einzelnen Teilen so deutliche Grenzen vorhanden sind und die beiden Hälften des Auges in ihrer physiologischen Funktion so ganz getrennte Aufgaben haben, so kann man wohl die Bezeichnung oberes und unteres und Wasser- und Landauge ohne Anführungszeichen gebrauchen.

Die Cornea.

Die Hornhaut ist nicht überall von gleicher Dicke. Sie beginnt am obern Rand mit einer kleinen Verdickung, verdünnt sich dann im Bereich der obern Pupille, um in der Mitte wieder eine Verdickung zu bilden. Diese ist bei makroskopischer Untersuchung als deutlicher Vorsprung, der sich in horizontaler Richtung unter dem Pigmentband hindurchzieht, erkennbar. Auf diese Weise sind die beiden Cornealhälften auch nach innen

deutlich getrennt. Nach unten tritt wieder eine Verdünnung ein, und zwar ist dieser untere Hornhautteil von geringerer Dicke als der obere. Am Rand tritt wieder eine plötzliche starke Verdickung ein, dann eine ziemlich schnelle Abnahme. Auf diese Weise entsteht eine Art von Lamelle, die ins Auge hineinragt. Bei Embryonen ist sie noch nicht so deutlich ausgeprägt.

Eine andere Eigentümlichkeit ist nur durch mikroskopische Untersuchung zu erkennen. Nachdem nämlich die Cornea den grossen Vorsprung am untern Rande gebildet hat, verläuft sie zunächst noch ein wenig nach vorn, wölbt sich dann nach innen und wieder nach aussen und setzt darauf ihren Lauf fort. Auf

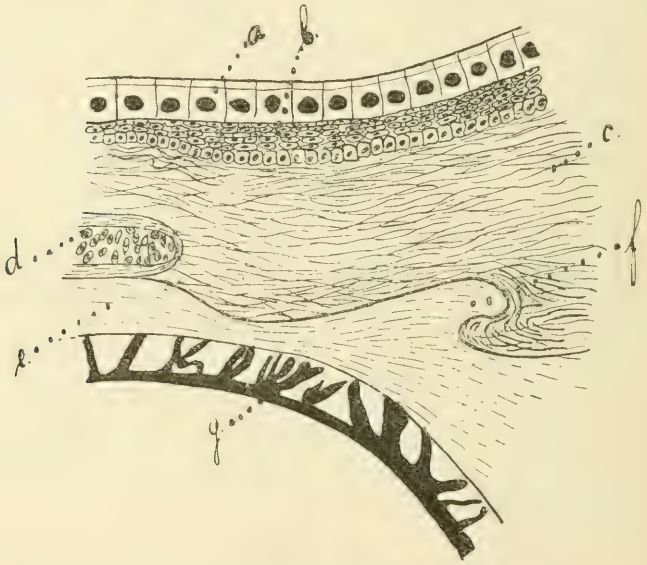


Fig. 5. **Querschnitt durch den Rand der Cornea.**
a) Grosse, pflasterförmige Zellen. b) Plattenförmige Zellen. c) Hornhautfasern. d) Scleralknorpel. e) Ligamentum annulare. f) Rinne der Cornea. g) Argentea.

diese Weise entsteht eine Art von Rinne, die durch das Ligamentum annulare ausgefüllt wird.

In der Cornea lassen sich mit Leichtigkeit zwei Hauptschichten unterscheiden: die Conjunktiva und die Substantia propria. Der conjunktivale Teil lässt sich makroskopisch ab-

präparieren. Dickenveränderungen der Cornea ziehen immer nur die Substantia propria in Mitleidenschaft. Die Conjunktiva bleibt in der ganzen Cornea ungefähr gleich. So kommt es, dass an den dünnern Stellen der Hornhaut die beiden Schichten von gleicher Dicke sind, während bei den verdickten Stellen die Substantia propria bedeutend überwiegt.

Bei genauer mikroskopischer Betrachtung erkennt man eine weitere Differenzierung dieser beiden Hauptteile. Berger (4) unterscheidet in der Hornhaut der Fische folgende Schichten:

1. geschichtetes Pflasterepithel.
2. conjunktivaler (cutaner) Teil.
3. subconjunktivaler Teil.
4. Substantia propria.
5. Membrana Descemeti.
6. Plattenepithel der Membr. Descemeti.

Ich habe diese Schichten auch im Anablepsauge gefunden, obgleich sie nicht immer deutlich gegeneinander abgegrenzt waren.

Betrachtet man das geschichtete Pflasterepithel, so glaubt man im ersten Augenblick zwei Schichten vor sich zu haben.

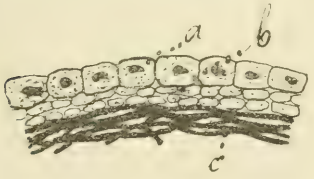


Fig. 6. **Querschnitt durch die Cornea des jüngsten Embryo.**

a) Grosse, pflasterförmige Zellen. b) Plattenförmige Zellen. c) Hornhautfasern.

Wir sehen aussen eine Reihe grosser, pflasterförmiger Zellen mit grossen Kernen und darunter mehrere Schichten kleinerer, mehr plattenförmiger Zellen.

Conjunktivaler und subconjunktivaler Teil lassen sich nicht auseinander halten. Es sind wellige Fasern mit Bindegewebskörperchen dazwischen; die Fortsetzung des cutanen und subcutanen Gewebes der Haut, sowie ein Teil der bindegewebigen Umhüllung des Scleralknorpels beteiligen sich daran.

Nun folgen nach unten die glatten, straff gespannten Fasern der Substantia propria. Diese und die vorhergehende Schicht sind in vielen Fällen nicht deutlich getrennt. Oft geht

die eine ganz unmerklich in die andere über. Zwischen den Fasern liegen in grosser Menge die Hornhautkörperchen, mit ihrer Längsaxe parallel zu den Fasern gerichtet.

Die Fasern der Substantia propria sind vermittelst einer Kittsubstanz zu Lamellen vereinigt. Im Gegensatz zu den meisten andern Fischen sind diese in grosser Zahl vorhanden und dementsprechend auch von sehr geringer Dicke.

Berger (4) machte die Beobachtung, dass bei Verdünnungen der Hornhaut nur die einzelnen Lamellen schmäler werden, ohne dass ihre Zahl reduziert wird. Ich habe aber gefunden, dass bei Anableps an den verdickten Stellen der Cornea auch mehr Lamellen vorhanden sind.

Auf der Innenseite schliesst die strukturlose Membrana Descemeti die Hornhaut ab. Ein Plattenepithel habe ich hingegen nirgends finden können.

Die Pigmentzellen des horizontalen Bandes sind die einzigen in der Cornea. Sie liegen aber nicht nur in der Substantia propria, wie Klinkowström angibt, sondern auch in der Conjunktiva. In der Substantia propria enthalten nur die obersten Schichten Pigmentzellen. Diese sind eigentümlich kranzförmig angeordnet. Ihre Länge beträgt 65—190 μ. Der Zellkörper ist meist länglich und schickt nach allen Seiten kurze, dünne Fortsätze aus.

Die Sclera.

In seiner Arbeit „Über die Sclerotica der Knochenfische" unterscheidet Langhans (21) je nach den Geweben, aus denen die Sclerotica besteht, fünf Gruppen unter den Fischen. Anableps tetrophthalmus ist dort der fünften zugeteilt, nämlich denjenigen Fischen, deren Sclera Knochen, Knorpel und Bindegewebe enthält.

Sonderbarerweise stimmen meine Untersuchungen damit gar nicht überein. Auf meinen Schnitten fand ich in der Sclera nirgends eine Spur von Knochensubstanz, sondern immer traf ich nur einen gut ausgebildeten Knorpel, der hinten in der Umgebung des Sehnerveneintrittes in Bindegewebe überging. Allerdings hatte ich für das ausgewachsene Auge keine sehr grosse

Anzahl von guten Schnitten zur Verfügung. Aber da nach Langhans die Knochensubstanz in zwei Schildern von bedeutender Ausdehnung auftritt, so hätte sie mir bei meinen Untersuchungen doch kaum entgehen können. Dazu hatte ich eine ganze Anzahl von guten Schnitten durch embryonale Augen von verschiedenen Altersstufen, auch von ziemlich vorgerückten, erhalten. Langhans, der in einem Falle die Entwicklung der Sclera sukzessive an Embryonen studiert hat, konnte schon auf frühen Stadien das Vorhandensein der Knochenschildchen konstatieren. Also müssten wohl auch bei meinen Embryonen Spuren davon zu sehen sein, wenn die Sclera überhaupt Knochen enthalten würde. Aber auch auf diesen Schnitten trat in allen Fällen nur Knorpel und Bindegewebe auf.

Der Knorpel ist überall ungefähr von gleicher Dicke. Kleinere und grössere Schwankungen kommen allerdings vor, aber nur bei den jüngern Stadien; dazu treten sie mit grosser Unregelmässigkeit auf. Der Knorpel endet am Rande der Cornea mit deutlich abgesetztem und abgerundetem Ende. Auf vielen Schnitten konnte vor diesem Ende eine Anschwellung konstatiert werden, die dem Knorpel an dieser Stelle ein keulenförmiges Aussehen verleiht. Da aber diese Anschwellung nicht überall zu sehen ist und beim ausgewachsenen Auge ganz zu verschwinden scheint, so ist auf diese Erscheinung wohl nicht zu grosses Gewicht zu legen.

Der Knorpel wird von einer Scheide aus äquatorialen Fasern eingefasst, die nach vorn in die Cornea übergehen und hinten den bindegewebigen Teil der Sclera bilden. Die Knorpelzellen sind, wie ja überhaupt im Fischauge, mit gewisser Gesetzmässigkeit angeordnet. Sie beschränken sich auf die mittlere Zone des Knorpels und werden nach aussen von einer Schicht hyaliner Intercellularsubstanz begrenzt. Die fibrösen Septa, die nach der Angabe von Langhans (21) bei den meisten Fischen vorkommen, indem sie die Intercellularsubstanz, der sie angehören, durchziehen und sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen, habe ich auf meinen Schnitten nirgends sehen können.

Der Knorpel des jüngsten Embryo, den ich untersuchte, hat eine durchschnittliche Dicke von 13,5 μ. Stellenweise verdünnt er sich ein wenig. So betrug die Dicke an bestimmten

Stellen z. B. 11.2 oder sogar 6.7 μ. Die hyaline Knorpelschicht tritt gegenüber der Zellenschicht ziemlich in den Hintergrund, indem die Zellen über einen Drittel des ganzen Knorpels einnehmen. Es besteht hier eine einzige Schicht von dicht anein-

Fig. 7. **Querschnitt durch die Sclera des jüngsten Embryo.**
a) Hyaliner Knorpel. b) Knorpelzellenschicht.

ander schliessenden, radiär gestellten, d. h. senkrecht zur Oberfläche des Knorpels gerichteten Zellen. Die Form dieser Zellen ist teils rechteckig bis quadratisch, auch oft mehr rundlich bis längsoval. In ihrem Innern ist ein grosser deutlicher Kern zu erkennen. Ihr Durchmesser beträgt im Durchschnitt 4,5—6,8 μ.

In einem etwas spätern Stadium hat sich das Bild ein wenig verändert. In erster Linie bemerkt man, dass der ganze Knorpel dicker geworden ist. Auch treten Schwankungen in der Dicke häufiger auf als beim jüngsten Embryo, und es ist auch dieses Stadium, das oft keulenförmig angeschwollene Knorpelenden aufweist. Der Knorpel hat eine durchschnittliche Dicke von 16—32 μ; hinter den keulenförmigen Knorpelenden kann seine Dicke sogar 36—45 μ betragen. Die Zellen treten in

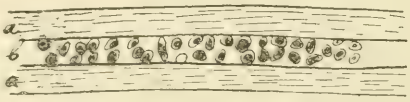


Fig. 8. **Querschnitt durch die Sclera. Vorgerückteres Stadium.**
a) Hyaliner Knorpel. b) Knorpelzellenschicht.

grösserer Zahl auf, aber immer noch ist eine Anordnung in Reihen zu erkennen, von denen im gleichen Knorpel 2—3 vorhanden sein können. An Stellen, wo die Zahl der Reihen zunimmt, zeigt der Knorpel immer eine Anschwellung, und es ist denkbar, dass die verschiedene Dicke des Knorpels nur eine Folge des ungleichen Wachstums der Zellschicht ist. Die Zellen haben ihre Form gegenüber denen des jüngsten Stadiums wenig

verändert, nur dass sie im allgemeinen schmäler und länglicher geworden sind. 6,8 μ ist die durchschnittliche Länge, 4,5 μ die durchschnittliche Breite der Zellen. Form und Grösse der Zellen war bei diesem Stadium nicht ganz leicht zu bestimmen, da die Zellen undeutlich abgegrenzt sind. Die Intercellularsubstanz hat an Ausdehnung gewonnen. Die Zellen stehen nicht mehr so dicht beisammen, sondern sind durch hyalinen Knorpel getrennt. Auch die Randzonen sind im Verhältnis zur Zellschicht breiter geworden, indem die Zellschicht nicht mehr ganz einen Drittel des Knorpels einnimmt. Die beiden hyalinen Randzonen sind einander an Breite gleich.

Je älter nun der Knorpel wird, desto unregelmässiger ist die Zellschicht. Reihen sind nicht mehr zu erkennen, und auch die Gestalt der Zellen wird viel mannigfaltiger und unregelmässiger. Beim ausgewachsenen Knorpel beträgt der Durchmesser im Durchschnitt 9 μ. Doch kann bei länglichen Formen die Länge über 20 μ messen. So habe ich Längen von 20,3, 22,5, ja sogar von 33,8 μ gemessen. Die Breite ist dann bei den betreffenden Zellen 4,5, 4 und 9 μ. Was die Form der Zellen an-

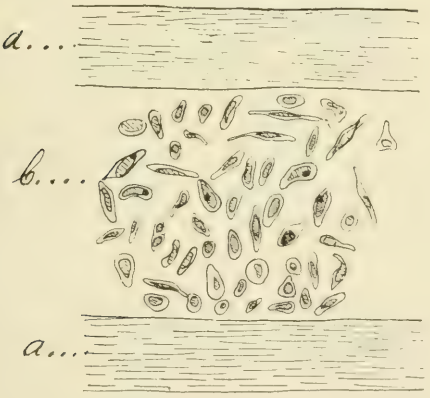


Fig. 9. **Querschnitt durch den ausgewachsenen Knorpel bei starker Vergrösserung.**
a) Hyaliner Knorpel. b) Knorpelzellenschicht.

Fig. 10. **Querschnitt durch den ausgewachsenen Knorpel bei schwacher Vergrösserung.**
a) Hyaliner Knorpel. b) Knorpelzellenschicht.

belangt, so herrscht darin grosse Abwechslung. Am häufigsten treten spindelförmige Formen auf, daneben auch dreieckige oder länglich ovale. Protoplasmafortsätze und Anastomosen zwischen

den einzelnen Zellen, wie sie Berger beschreibt, konnte ich keine finden. Was den Bau der Zellen betrifft, so konnte ich bei den meisten einen ziemlich dicken, nicht färbbaren Rand beobachten; dann folgt eine die ganze Zelle ausfüllende, gut färbbare Substanz, augenscheinlich das Protoplasma. Bei den meisten Zellen, allerdings nicht bei allen, war darin ein kleines, ganz dunkel gefärbtes Körperchen, das als Kern gedeutet werden muss, zu sehen. In vielen Fällen scheint es ganz am Rande der Zelle zu liegen. Zweikernige Zellen, wie sie Berger zuweilen beobachtet hatte, konnte ich nirgends finden.

Das Verhältnis zwischen Zellschicht und hyalinem Rand ist beim ausgewachsenen Knorpel wieder anders. Die Zellschicht hat bedeutend an Ausdehnung gewonnen; sie erstreckt sich jetzt auf drei Fünftel der ganzen Knorpelbreite. Den Beweis dafür sollen einige Zahlen erbringen:

hyaline Schicht	Zellschicht
39 μ	156 μ
52 „	169 „
52 „	143 „
52 „	156 „
78 „	260 „

Die innere und äussere Zone der hyalinen Schicht sind von gleicher Breite.

Wie schon erwähnt, hat Langhans (21) auch unsern Anableps in seine Untersuchungen einbezogen. Ich komme aber auch in dem, was den Bau des Scleralknorpels betrifft, zu andern Ergebnissen als er.

Langhans schreibt nämlich: „Charakteristisch für einzelne Fische sind eigentümliche pupillenartige Vorsprünge, welche die Zellen in diese hyalinen Säume hineinbilden. Eigentümlich sind sie bei Anableps ausgebildet; von der Fläche aus sieht man scharf umschriebene, runde oder länglich ovale Stellen, wo die Intercellularsubstanz dunkler erscheint und von kreisförmig angeordneten Knorpelzellen von derselben Gestalt wie in der übrigen Sclera angefüllt ist; sie liegen nicht in derselben Ebene wie die übrigen Knorpelzellen, sondern der hier körnigen Oberfläche näher; die Septa strahlen auf der äussern Oberfläche von

hier aus radienförmig aus. Auf Durchschnitten sieht man, dass der 0.12 mm dicke Knorpel sehr breite hyaline Säume hat, indem die Zellenlage nur 1/4 der Dicke einnimmt. An solchen Stellen nun nimmt, ohne dass der ganze Scleralknorpel dicker würde, die Zellenlage, deren äusserste Zellen oft halbmondförmig gebogen sind wie bei Tinca, entweder an Breite zu, oder es gehen pupillenartige, dicht mit Zellen erfüllte Vorsprünge in die hyalinen Säume hinein wie bei Salmo, nur dass diese Vorsprünge hier vereinzelt sind und bis an die Oberfläche reichen; sie haben eine durchschnittliche Breite von 0,03—0,04 mm und springen an derselben Stelle sowohl gegen die äussere als gegen die innere Oberfläche vor, selten bloss nach aussen oder nach innen."

Dazu muss ich bemerken, dass ich auf keinem einzigen meiner Schnitte diese papillenartigen Vorsprünge beobachten konnte. Wenn auch die Begrenzung zwischen Zellschicht und hyalinem Saum nicht überall ganz gradlinig ist, so sind doch die Schwankungen, die etwa vorkommen, so gering, dass niemand diese etwas vorgewölbten Partien als Pupillen bezeichnen wird.

Was die Breite der hyalinen Knorpelsäume anbelangt, so habe ich schon oben meine Beobachtungen mitgeteilt. Ich fand bei meinen Schnitten andere Verhältnisse als die von Langhans beschriebenen.

In einem Punkte hingegen kann ich mit dem Autor übereinstimmen: Auch ich habe häufig in der äussersten Zellenlage die halbmondförmig gebogenen Zellen gefunden, die Langhans erwähnt.

Iris und Chorioidea.

Die Iris weist nicht überall die gleiche Dicke auf. Sie beginnt ziemlich schmal am Pupillarrand mit durchschnittlich 60 bis 70 μ, verbreitert sich dann beständig, bis sie am Rande der Cornea auf einmal wieder an Dicke abnimmt. Wie aber an Vertikalschnitten deutlich zu sehen ist, verhalten sich oberer und unterer Teil der Iris verschieden, indem der obere ganz verkümmert erscheint. Auf Schnitten durch die Mitte kann der untere Teil sechs- bis siebenmal so lang sein als der obere. Die erwähnte Verdickung der Iris konnte ich auch nur unten

beobachten, so wie auch die verschiedenen Schichten der Iris oben nicht genau zu erkennen sind.

Es folgen in der Iris von aussen nach innen folgende Gewebe aufeinander: Ligamentum annulare, Argentea, Substantia propria und Pigmentschicht.

Das Ligamentum annulare, auch Ligamentum iridis pectinatum genannt, verbindet die Iris mit der Cornea. Auf Querschnitten erscheint es als ein Dreieck, das in der vordern Augenkammer den Winkel zwischen Cornea und Iris ausfüllt. Seine eine Seite, konkav ausgehöhlt, kehrt sich der vordern Kammer zu, die andere zieht der Aussenseite der Iris entlang, während die dritte sich der Cornea zuwendet. Schon von blossem Auge ist dieses Ligament als feines weisses Häutchen erkennbar. Unter dem Mikroskop erschien es mir als ein Gewebe von dünnwandigen, grossen Zellen mit ansehnlichen Kernen. Nach Hohlräumen zwischen den Zellen, die sonst für dieses Gewebe charakteristisch sind, habe ich vergebens gesucht; weder bei embryonalen noch bei ausgewachsenen Augen habe ich solche angetroffen. Auch die Pigmentzellen, die Berger erwähnt, scheinen bei Anableps zu fehlen. Nur Blutgefässe bringen Abwechslung in dieses gleichmässig gebaute Gewebe. So sah ich einige grosse Gefässe, die gegen die Augenkammer zu am Rande zwischen Iris und Cornea liegen. Mit dem Schlemm'schen Kanal haben sie wohl nichts zu tun, da sie in ihrer Lage nicht mit den Gefässen übereinstimmen, die diesem entsprechen würden.

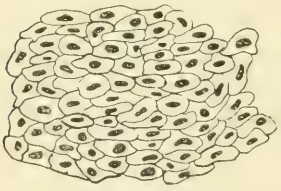


Fig. 11. Zellen des Lig. annulare im Querschnitt.

Die Argentea ist bei makroskopischer Untersuchung durch ihren Silberglanz leicht zu erkennen. Dass sie aus dicht aneinander gelagerten Plättchen besteht, konnte ich bei meinen Präparaten deutlich sehen. Die nadelförmigen Kristalle aber, die diese Plättchen zusammensetzen, konnte ich auf meinen Schnitten nicht erkennen. Die Argentea der Iris setzt sich in ungefähr gleicher Dicke auf die Chorioidea fort. Sie ist bei unserm Anableps nicht besonders stark entwickelt; desto besser sind dagegen die Pigmentzellen ausgebildet, die die hintere Fläche der Argentea bedecken.

Meist stehen diese Zellen so dicht beisammen und haben sich mit ihren Fortsätzen so sehr verflochten, dass man die einzelnen schwer erkennen kann.

Sie zeigen manchmal eine mehr rundliche, oft eine mehr stabartige Form. Die Ausläufer, die sie ausschicken, gehen teilweise in die Argentea hinein, die weitaus grösste Zahl verläuft nach unten ins Irisstroma. Diese Fortsätze sind lang, zart, oft auch korkzieherartig gewunden. Häufig kann man beobachten, dass sie untereinander oder mit den Pigmentzellen der Substantia propria anastomosieren. Oft trifft man unter diesen Zellen auch solche, bei denen die Fortsätze fehlen oder nur in Andeutungen vorhanden sind. Berger (4) spricht die Vermutung aus, dass es sich hier um verschiedene Phasen einer einzigen Zellform handle, die protoplasmatische Fortsätze auszustrecken und einzuziehen im Stande sei. Mir erscheint diese Erklärung sehr plausibel. Auch ihre Übereinstimmung mit den Chromatophoren der Fischhaut kann ich bestätigen; die beiden Zellarten zeigen in der Tat eine auffallende Ähnlichkeit in ihrer Form. Berger bemerkt dazu: „Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Pigmentzellen zum Farbenwechsel der Iris ebenso in Beziehung stehen, wie die Chromatophoren der Haut."

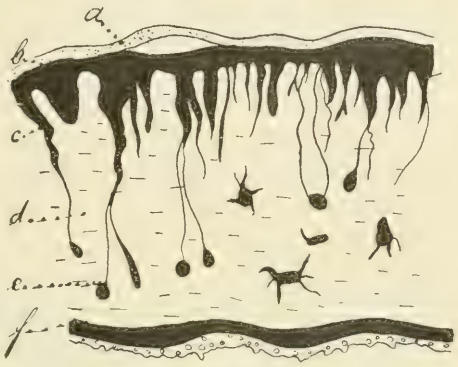


Fig. 12. **Querschnitt durch die Iris.**
a) Lig. annulare, b) Argentea. c) Pigmentzellen der Argentea. d) Substantia propria. e) Pigmentzellen der Substantia propria. f) Pigmentschicht.

Die Substantia propria nimmt bei ausgewachsenen Formen den Hauptteil der Iris ein. Sie besteht aus einem Grundgewebe von dünnwandigen Bindegewebszellen und Bindegewebsfasern. Viele Pigmentzellen sind darin eingelagert. Diese sind oft sternförmig mit langen Ausläufern, oft trifft man auch rundliche Formen.

Gefässe sind in der Iris nicht besonders häufig, wenigstens nicht in der Substantia propria. Doch konnte ich im Bereich

der Argentea Gefässschlingen beobachten, die dicht von den Pigmentzellen und ihren Ausläufern umsponnen sind.

Ablagerungen von diffusem Pigment sind gar nicht selten. An einigen Stellen nehmen solche Pigmentanhäufungen fast die Breite der ganzen Iris ein. Allerdings ist diese Erscheinung häufiger in der Region der Ciliarfalten als in der eigentlichen Iris.

Auf die Substantia propria folgt eine dicke Pigmentschicht. Ich konnte deutlich erkennen, dass ihre Zellen in der Form mit denen eines gewöhnlichen Plattenepithels übereinstimmen.

Im embryonalen Auge sind natürlich die gleichen Schichten vorhanden, nur sind ihre gegenseitigen Grössenverhältnisse etwas verschieden von denen des ausgewachsenen Auges. Bei Embryonen nimmt nämlich das Ligamentum annulare, das bei der ausgewachsenen Iris nur eine dünne Membran darstellt, ungefähr die Hälfte der ganzen Iris ein. Dafür ist das Irisstroma nur sehr dünn, und Argentea und Pigmentschicht erscheinen ganz zusammengedrängt. Auch ist bei diesen Stadien die Verdickung der Iris am Cornearande noch wenig ausgeprägt; meist hat sie von oben bis unten die gleiche Dicke.

Nach innen zu geht die eigentliche Iris in die Zone der Ciliarfalten über. Die Falten sind nicht nur bei mikroskopischer Betrachtung zu erkennen, sondern sie treten schon unter der Lupe deutlich hervor. Sie werden durch die Pars ciliaris retinea, das ist eine Fortsetzung der Netzhaut gegen die Pupillaröffnung hin, und durch die Pigmentschicht der Iris gebildet. Auch der bindegewebige Teil mit seinen Gefässen reicht in die Falten hinein.

Die Iris selbst hat sich in dieser Region etwas verändert. Dass sie nach der Verdickung am Cornearand auf einmal wieder dünner wird, habe ich schon oben gesagt. Sie hat hier eine durchschnittliche Dicke von 40—50 μ. Die Pigmentzellen der Argentea schicken keine Fortsätze mehr in die Substantia propria hinein. Das dichte Geflecht von Pigmentzellen und ihren Ausläufern ist vollständig verschwunden. Auch enthält das Bindegewebe selbst weniger Pigment oder doch in anderer Form. Man trifft entweder vereinzelte Pigmentzellen von runder Form und ohne Ausläufer oder Anhäufungen von solchen. Am

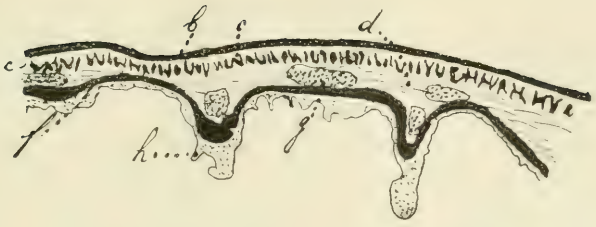


Fig. 13. **Schnitt durch die Iris in der Region der Ciliarfalten.**
b) Argentea. c) Pigmentzellen der Argentea. d) Substantia propria der Iris. f) Pigmentschicht. g) Gefässe. h) Pars ciliaris retinae.

häufigsten sind Ansammlungen von diffusem Pigment, die eine bedeutende Ausdehnung annehmen können. Gefässe treten in grosser Zahl auf und durchkreuzen sich in verschiedenen Richtungen. Die Pars ciliaris retinae besteht aus Zellen, deren Form ich nicht recht bestimmen kann, da die begrenzenden Zellwände nicht deutlich zu erkennen sind. Hingegen treten die Stützfasern zwischen den Zellen mit Deutlichkeit hervor.

Fig. 14. **Schnitt durch eine Ciliarfalte.**
f) Pigmentschicht. g) Gefässe. h) Pars ciliaris retinae.

Die Chorioidea zeichnet sich durch nichts Besonderes vor derjenigen anderer Fischaugen aus. Zwischen der Argentea und der eigentlichen Chorioidea liegt die mächtige Chorioidealdrüse. Sie ist deutlich zweiteilig und in jedem Teil verläuft der Länge nach ein grosses Gefäss, das nach aussen hin zahlreiche Verzweigungen abgibt, die rechtwinklig zum Hauptgefäss verlaufen. Diese verästeln sich wieder zu einem feinen Kapillarnetz.

Die Retina.

Die Netzhaut ist immer sehr gut entwickelt, und ihre Schichten sind scharf gegeneinander abgegrenzt. Sie zeichnet sich in ihrem histologischen Aufbau durch keine besondere Eigentümlichkeit vor derjenigen anderer Fische aus. Auch bieten Schnitte durch die obere und durch die untere Hälfte ganz dasselbe Bild. Die Dicke der Retina beträgt beim ausgewachsenen Auge 260—390 μ.

Die Linse.

Wie schon gesagt, ist die Linse nicht rund, sondern sie weist in ihrem untern Teil, der die aus dem Wasser kommenden Lichtstrahlen bricht, eine Hervorwölbung auf. Die Linse wird umgeben von einer Linsenkapsel, einer strukturlosen Membran. Diese ist nicht überall von ganz gleicher Dicke; am besten scheint sie mir an der vordern Fläche ausgebildet zu sein. Auch ein Linsenepithel habe ich gefunden, das den vordern Teil der Kapsel bekleidet und aus einer Schicht pflasterförmiger Zellen besteht.

IV. Physiologie.

Die Gattung Anableps nimmt hinsichtlich des Baues ihrer Augen eine Ausnahmestellung unter den Fischen ein. Eine kurze Übersicht über die bisherigen Untersuchungen, die sich mit dem Akkomodationsmechanismus der Knochenfische beschäftigten, wird die Sonderstellung, die Anableps einnimmt, klar machen. Es kommt hier hauptsächlich die Arbeit von Beer (3) in Betracht: „Über die Akkomodation des Fischauges.“ Wir brauchen auf die ältern Arbeiten von Hirschberg und Manz nicht näher einzugehen, da Beer in seiner Schrift ihre Ansichten einer kritischen Betrachtung unterzogen hat. Neben der Arbeit von Beer muss auch diejenige von Volz (30): „Zur Kenntnis des Auges von Periophthalmus und Boleophthalmus“ herbeigezogen werden.

Beer stellt fest, „dass die Augen vieler Fische im Ruhezustand für die Nähe eingestellt sind, dass sie im Wasser eine mässige, in der Luft eine hochgradige Myopie besitzen“. Er stellt es als sicher hin, dass ein so hochgradiger Refraktions-

fehler, wie er dem Fischauge in Luft zukommt, durch keine Akkomodationseinrichtung korrigiert werden kann. Seine Versuche haben erwiesen, dass das Auge im Wasser durch die Campanula Halleri für die Ferne eingestellt wird. Ihrer physiologischen Funktion entsprechend hat Beer den Namen Musculus retractor lentis für sie eingeführt. Gegenüber der früher herrschenden Annahme, dass der Zug der Campanula die Linse abflache, hat Beer für 68 Species aus 22 Familien und zwar an Repräsentanten sämtlicher Ordnungen der Knochenfische experimentell (durch elektrische Reizung des Auges) nachgewiesen, dass durch Kontraktion des Retractor lentis eine Annäherung der Linse an die Netzhaut herbeigeführt wird. „Somit kann der überwiegenden Mehrzahl der Teleostier das hier im ganzen Tierreiche zum ersten Mal nachgewiesene Vermögen einer negativen Akkomodation, d. h. einer aktiven Einstellung des Auges für die Ferne zugesprochen werden.“ Neben der Verschiebung der Linse retinalwärts geht eine erhebliche seitliche Verschiebung und zwar temporalwärts einher. Ausserdem kann sich der Zug der Campanula in eine abwärts gerichtete und in eine drehende Komponente zerlegen. Die beiden ersten Bewegungen sind für die Verschiebung der Linse im intakten Auge ausschlaggebend, die beiden letzten werden durch die eigentümlichen Elastizitätsverhältnisse des Ligamentum suspensorium ganz oder teilweise aufgehoben.

Ist dies die allgemein verbreitete Art der Akkomodation bei den Knochenfischen, so zeigt uns Volz bei Periophthalmus und Boleophthalmus einen Ausnahmefall, in dem die gleiche Wirkung durch einen andern Apparat erzielt wird. Die Sclerotica wird hier von einem quergestreiften Muskel umspannt, der auf diese Weise die ganze innere Partie des Auges umgibt. Dieser Muskel setzt sich nach vorn in eine die Iris und Linse bedeckende, die Pupille vollständig abschliessende Membran fort. Dieser Muskel besorgt hier die Akkomodation, vertritt also den Musculus retractor lentis. Dieser fehlt hier auch vollständig, und die Linse schwebt frei zwischen Iris und Retina. Die Einstellung des Auges für die Ferne vollzieht sich nun in folgender Weise: „Durch Kontraktion des den Scleralknorpel umgebenden quergestreiften Muskels wird die Linse nach hinten gerückt und der Retina genähert. Dies geschieht während des Aufenthaltes

auf dem Lande, wo der Fisch in die Ferne sieht. Die Linse kann bei diesen scharfäugigen Tieren so nahe an der Retina liegen, dass von einer hintern Augenkammer kaum oder gar nicht mehr gesprochen werden kann. Zugleich scheint auch ein Zug nach hinten, resp. etwas nach unten stattzufinden, indem der Scleralmuskel hier mit dem auswärts von ihm liegenden Gewebe fest verwachsen ist, während er sich dorsal und nach vorn davon durch einen breiten Zwischenraum getrennt zeigt."

Einen gänzlich verschiedenen Typus stellt nun aber Anableps dar. Die Fähigkeit einer aktiven Einstellung des Auges für die Ferne geht ihm vollständig ab, da er weder einen Musculus retractor lentis, noch einen Scleralmuskel besitzt. Auch schliesst der anatomische Bau des Auges schon von vorneherein eine Akkomodation wie bei Bolcophthalmus und Periophthalmus aus. Auch fehlt jede Spur eines andern Muskels, der vielleicht die Funktion des Musculus retractor lentis übernehmen könnte.

Dafür sehen wir, dass an Stelle der der Akkomodation dienenden Linsenverschiebung ein anderes, ganz neues Prinzip getreten ist, das die aktive Akkomodation überflüssig macht. Der gleiche Zweck ist hier erreicht durch Schaffung besonderer Augen für das Sehen in der Luft und im Wasser, wodurch der besondern Lebensweise dieses Fisches wohl in vollkommenster Weise Rechnung getragen ist. Der Besitz von Luft- und Wasserauge befähigt den Fisch zu gleichzeitigem Sehen in der Luft und im Wasser.

Die Anatomie des Anablepsauges lässt uns denn auch nicht im Zweifel, dass wir es in der untern Augenhälfte mit einem ausgesprochen myopischen Auge zu tun haben. Dafür sprechen die folgenden Merkmale: Die Linse, die ja nicht gleichmässig rund ist, ist so orientiert, dass der längere Durchmesser in die Richtung der aus dem Wasser ins Auge eintretenden Lichtstrahlen fällt. Da die Linse den Raum zwischen Cornea und Retina fast ausfüllt, wird die von der untern Hälfte der Cornea nach dem zugehörigen Retinaabschnitt reichende Sehlinie, also die Augenaxe des Wasserauges, um ein bedeutendes länger als diejenige des Luftauges. Der Unterschied in der Länge der beiden Sehaxen wird durch merklich stärkere Krümmung der untern Corneahälfte noch erhöht. Dieser letztere Umstand wäre

bedeutungslos, wenn die brechende Kraft der Cornea von der des umgebenden Mediums, des Wassers, nicht verschieden wäre. Dem ist aber nicht so, entgegen den Angaben verschiedener Autoren. Auch Beer sagt wiederholt, die Brechung der Lichtstrahlen durch die Cornea falle weg beim Aufenthalt des Fisches im Wasser. Im Gegensatz dazu muss betont werden, dass nach meinen Beobachtungen der Brechungsexponent der Cornea von Anableps den des Wassers erheblich übertrifft. Ob sich die Cornea der andern Fische darin anders verhält, konnte ich nicht feststellen, da ich diese Untersuchungen nicht weiter ausgedehnt habe. Dieses Resultat wurde auf folgende einfache Art festgestellt: Man bringt ein dünnes Stückchen aus der Cornea in einem Wassertropfen auf den Objektträger, wobei man konstatieren kann, dass sich die Cornea vom umhüllenden Wasser deutlich abhebt, was bei übereinstimmenden Brechungsexponenten nicht der Fall wäre. Betrachtet man nachher den gleichen gut getrockneten Corneaschnitt in einem stärker lichtbrechenden Medium, z. B. in Cedernöl, so erscheint er undeutlicher, weil er, je näher der Brechungsexponent des verwendeten Einschlussmittels dem der Cornea steht, dem betreffenden Medium immer gleichartiger wird, bis er bei übereinstimmenden Brechungsexponenten unsichtbar wird. In diesem Fall hob sich die Cornea nur noch undeutlich vom Cedernöl (Brechungsexponent = 1.51) ab, ein Beweis, dass die Cornea von Anableps, dank ihrer starken Krümmung mithilft, die aus dem Wasser ins Auge tretenden Lichtstrahlen convergent zu machen. Infolge der grössern oder geringern Deformation der Schnitte war es nicht möglich, sich ein genaues Bild von dem Grade der Krümmung der Cornea zu machen und so Anhaltspunkte für die Bestimmung der Myopie zu gewinnen.

Zum Unterschied von dem Wasserauge ist der Linsendurchmesser des Luftauges wesentlich kürzer, und ausserdem weist der entsprechende Corneaabschnitt eine schwächere Krümmung auf. Der Vorteil, der daraus für das Sehen in die Ferne erwächst, ist aber nicht so gross, als es bei oberflächlicher Betrachtung scheinen möchte. Denn da Linse und Hornhaut sich in dem dünnen Medium der Luft befinden, ist ihre brechende Kraft für die aus der Luft kommenden Strahlen bedeutend grösser als

für den optischen Apparat des Wasserauges. Es ist also denkbar, dass das Luftauge für die gleiche Entfernung eingestellt ist, wie das Wasserauge, ja dass es trotz dem kürzern Linsendurchmesser und der geringern Wölbung der Cornea noch hochgradig kurzsichtig ist. Gegenüber der sehr bedeutenden Myopie der übrigen Fische in der Luft wäre auch in diesem ungünstigen Fall eine wenn auch unvollkommene Anpassung an die veränderte Lebensweise zu erblicken.

Literatur.

1. Artedi, Genera piscium.
2. — Species piscium.
3. Beer, Die Akkomodation des Fischauges. Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 58 1894.
4. Berger, Beiträge zur Anatomie des Sehorgans der Fische. Morphol. Jahrb. Bd. VIII 1883.
5. — Beiträge zur Anatomie des Fischauges. Zool. Anz. 4. Jahrg.
6. Bloch, Naturgeschichte der ausländischen Fische, VIII. Teil.
7. Brass, Die Akkomodation des Auges der Knochenfische. Zeitschr. f. d. ges. Naturwissenschaften, 3. Folge, Bd. V 1880.
8. Brehm, Tierleben, Bd. VIII. Grosse Ausgabe. 2. umgearb. u. verm. Auflage.
9. Carrière, Die Sehorgane der Tiere. München und Leipzig 1885.
10. Cuvier et Valenciennes, Histoire naturelle des poissons. T. 18 Paris 1846.
11. Dow, Extrait from a letter respecting Amblepsis Dowii. Proc. Zool. Soc. London 1861.
12. Franz, Zur Anatomie, Histologie und funktionellen Gestaltung des Selachierauges. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 40. Bd. 1905.
13. Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Bd. I 1898.
14. Gill, Description of a new species of the Genus Amblepsis of Gronovius. Rev. Acad. Nat. Soc. Philadelphia 1861.
15. Gronovius, Museum Ichthyologicum. Vol. I.
16. Günther, Catalogue of the fishes in the British Museum. London 1860.
17. Hirschberg, Zur Dioptrik und Ophthalmologie der Fisch- und Amphibienaugen. Archiv f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. 1883.
18. Jordan and Evermann, The fishes of North and Middle America. I.
19. Klinkowström, Beiträge zur Kenntnis des Auges von Amblepsis tetrophthalmus. Skandin. Archiv. f. Physiol. Leipzig 1895.

20. Lacépède, Mémoire sur l'organe de la vue du poisson appelé cobète Anableps. Bull. d. sciences par la soc. philomatique Paris. T. I 2 1797.
21. Langhans, Untersuchungen über die Sclerotica der Fische. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XV 1865.
22. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere 1857.
23. Linné, Systema naturae ed XII.
24. Schenk, Zur Entwicklungsgeschichte des Auges der Fische. Sitzungsber. d. Wiener-Akd. Bd. LV 2. Abt. 1867.
25. Schomburgk, Reisen in Britisch-Guyana. Bd. III.
26. Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. Erlangen 1887.
27. Seba, Thesaurus rerum naturalium. vol. III 1758.
28. Smith, Anableps Dowii Gill. Proc. of the Zool. Soc. London 1850.
29. Virchow, Über Fischaugen. Sitzungsber. phys. med. Ges. Würzburg 1881.
30. Volz, Zur Kenntnis des Auges von Periophthalmus und Boleophthalmus. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontogenie d. Tiere. Bd. XXII Heft 2, 1905.
31. Waele, de. Sur l'embryologie de l'oeil des poissons. Bull. d. Musée d'histoire nat. Paris 6 1900.
32. Wymann, Some observations on the development of Anableps Gronovii, a viviparous fish of Surinam. Proc. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. V 1856.

O. Schenker.

Neun Kreisscharen am Dreieck.

(Allgemeiner Fall und Übertragung auf die Ankreise).

(Eingereicht im Dezember 1906).

1. Satz: Im ebenen Dreieck ABC treffen die innern und äussern Winkelhalbierenden (CM^C und CM_C) eines Winkels (C) den Umkreis in zwei Punkten M^C und M_C, welchen die Eigenschaft zukommt, dass die Kreise mit M^C und M_C zu Zentren gezogen durch die zwei zugehörigen Berührungspunkte (A_1 und B_1), des Inkreises und durch seinen Berührungspunkt (C_1) an der dritten Seite, sich im Umkreis schneiden.

2. Satz: Im ebenen Dreieck ABC treffen die innern und äussern Winkelhalbierenden CM^C und CM_C eines Winkels (C) den Umkreis in zwei Punkten M^C und M_C, welchen die Eigenschaft zukommt, dass die Kreise mit M^C und M_C zu Zentren gezogen durch die zwei zugehörigen Berührungspunkte ($\mathfrak{A}_2$ und $\mathfrak{B}_2$) des vom Winkel C eingeschlossenen Ankreises und durch seinen Berührungspunkt ($\mathfrak{C}_2$) an der dritten Seite, sich im Umkreis schneiden.

3. Satz: Im Dreieck ABC treffen die äussern und innern Winkelhalbierenden (CM_C und CM^C) eines Winkels (C) den Umkreis in zwei Punkten (M_C und M^C), welche an die Eigenschaft gebunden sind, dass die Kreise mit M_C und M^C zu Zentren gezogen durch die zugehörigen Berührungspunkte ($\mathfrak{A}_1$ und $\mathfrak{B}_1$ bezw. $\mathfrak{A}_2$ und $\mathfrak{B}_2$) eines der beiden Ankreise, welche dem Winkel A bezw. dem Winkel B gegenüber liegen, und durch seinen Berührungspunkt ($\mathfrak{C}_1$ resp. $\mathfrak{C}_2$) an der dritten Seite, sich im Umkreis schneiden.

Festlegung des Koordinatensystems.

Als Koordinatenaxen, wählen wir die Winkelhalbierenden von C mit der angegebenen Richtung (S. Figur) Der Umkreisdurchmesser sei die Längeneinheit, so sind die Dreiecksseiten $\sin A$, $\sin B$ und $\sin C$ und der Inkreis hat den Radius:

$$\varrho = 2 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2}$$

(denn $\triangle ABC = \frac{\sin A + \sin B + \sin C}{2} \cdot \varrho =$

$\frac{\sin A \,.\, \sin B \,.\, \sin C}{2}$ woraus $\varrho = 8 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2} \cdot$

$\cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{C}{2} : \; 4 \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{C}{2}$

wegen $\sin A + \sin B + \sin C = 4 \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \,.\, \cos \frac{C}{2}$

oder $\varrho = 2 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2}$)

Der Ankreis (Zentrum O_3), welcher C gegenüberliegt, hat den Radius: $\varrho_3 = 2 \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2}$

(denn $\triangle ABC = \frac{\sin A + \sin B - \sin C}{2} \cdot \varrho_3$

$= \frac{\sin A \cdot \sin B \cdot \sin C}{2}$ woraus

$\varrho_3 = 8 \cdot \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{C}{2}$

$: 4 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{C}{2}$ wegen

$\sin A + \sin B - \sin C = 4 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{C}{2}$ oder

$\varrho_3 = 2 \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2}$)

Der Ankreis (Zentrum O_1), welcher A gegenüberliegt, hat den Radius: $\varrho_1 = 2\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}$

$\Big($denn $\triangle ABC = \frac{\sin B + \sin C - \sin A}{2}\cdot\varrho_1 = \frac{\sin A\cdot\sin B\cdot\sin C}{2}$,

woraus $\varrho_1 = 8\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$

$: 4\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}$, wegen $\sin B + \sin C - \sin A$

$= 4\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\Big)$

M und O seien die Zentren des Umkreises, bezw. des Inkreises und die Berührungspunkte der Kreise O, O_1 und O_3 an den Seiten BC, CA und AB, A_1, B_1, C_1 | bezw. $\mathfrak{A}_1$, $\mathfrak{B}_1$, $\mathfrak{C}_1$ | bezw. $\mathfrak{A}_3$, $\mathfrak{B}_3$, $\mathfrak{C}_3$ | .

Berücksichtigt man, dass $\sphericalangle(MC + X)$

$= \sphericalangle\frac{B - A}{2} = \sphericalangle(+ XOC_1)$,

(Man denkt sich dabei einen positiven Winkel durch Drehung eines Strahls um seinen Anfangspunkt im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers entstanden oder auch im Sinne der Bewegung der Erde um ihre Axe oder um die Sonne), so leitet man an Hand der Figur 1 die Koordinaten ab, wie sie in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind:

	x	y
A_1	$2\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}$	$2\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$
B_1	$2\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}$	$-2\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$
C_1	$2\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}+2\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cos\frac{A-B}{2}$	$-2\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$
$\mathfrak{A}_1$	$2\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$	$2\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$
$\mathfrak{B}_1$	$-2\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$	$2\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$
$\mathfrak{C}_1$	$2\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}$	$2\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}-2\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$
$\mathfrak{A}_3$	$2\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}$	$2\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$
$\mathfrak{B}_3$	$2\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}$	$-2\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$
$\mathfrak{C}_3$	$2\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}-2\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cos\frac{A-B}{2}$	$2\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$

Hieran schliessen sich noch die Koordinaten von M, M_C und M^C:

	x	y
M	$\frac{1}{2} \cdot \cos \frac{A-B}{2}$	$\frac{1}{2} \sin \frac{A-B}{2}$
M_C	0	$\sin \frac{A-B}{2}$
M^C	$\cos \frac{A-B}{2}$	0

Beweis zu Satz 1.

Der Kreis aus M_C durch C_1 hat die Gleichung:

$$x^2 + \left(y - \sin \frac{A-B}{2}\right)^2 = \left[2 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} + 2 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2} \cdot \cos \frac{A-B}{2}\right]^2 + \sin^2 \frac{A-B}{2} \left(1 + 2 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2}\right)^2$$

und der Kreis aus M^C durch A_1:

$$\left(x - \cos \frac{A-B}{2}\right)^2 + y^2 = \left(\cos \frac{A-B}{2} - 2 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos^2 \frac{C}{2}\right)^2 + 4 \left(\sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2} \cdot \cos \frac{C}{2}\right)^2$$

daher lautet die Gleichung der gemeinsamen Sehne:

$$2x \cos \frac{A-B}{2} - 2y \cdot \sin \frac{A-B}{2} = 4 \sin^2 \frac{A}{2} \cdot \sin^2 \frac{B}{2} - 4 \sin^2 \frac{A}{2} \cdot \sin^2 \frac{B}{2} \cdot \cos^4 \frac{C}{2} - 4 \cdot \sin^2 \frac{A}{2} \cdot \sin^2 \frac{B}{2} \cdot \cos^2 \frac{C}{2} \cdot \sin^2 \frac{C}{2}$$

$$+ 4\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2} + 8\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 4\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2} + 4\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}$$

$$+ 8\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 8\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2} + 8\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 16\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}$$

$$+ 4\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 8\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}$$

$$+ 8\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}$$

$$+ 4\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 4 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2} \left[\sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \right.$$

$$+ \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2}$$

$$+ \sin \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2}$$

$$\left. + \cos \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \right]$$

$$+ 8 \cdot \sin^2 \frac{A}{2} \cdot \sin^2 \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2}$$

$$- 8 \sin^2 \frac{A}{2} \cdot \sin^2 \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2}$$

$$+ 4 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos^2 \frac{C}{2} \cdot \cos \frac{A - B}{2}$$

$$= 4 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2} \left[\sin \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{C}{2} \right.$$

$$\left. + \sin \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{C}{2} \right]$$

$$+ 4 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos^2 \frac{C}{2} \cdot \cos \frac{A - B}{2}$$

$$= 4 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \sin \frac{C}{2} \cdot \cos^2 \frac{C}{2} + 4 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos^2 \frac{C}{2} \cdot \cos \frac{A-B}{2}$$

$$= 4 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos^2 \frac{C}{2} \left[\cos \frac{A + B}{2} + \cos \frac{A - B}{2} \right]$$

$$= 8 \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \cdot \cos^2 \frac{C}{2}$$

Die Gleichung der gemeinsamen Sehne hat also die endgültige Gestalt:

$$\frac{2 x \cos \frac{A - B}{2} - 2 y \cdot \sin \frac{A - B}{2}}{= 8 \cdot \sin \frac{A}{2} \cdot \sin \frac{B}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{B}{2} \cdot \cos^2 \frac{C}{2}} \qquad (1)$$

Die Gleichung des Umkreises ist:

$$\left(x - \frac{1}{2} \cdot \cos\frac{A-B}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{1}{2}\sin\frac{A-B}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

und daher lautet die Gleichung der gemeinsamen Sehne für die Kreise M^C und M:

$$-x \cdot \cos\frac{A-B}{2} + y \cdot \sin\frac{A-B}{2} = 4\sin^2\frac{A}{2} \cdot \sin^2\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}$$

$$- 4\sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} \cdot \cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 4\sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}\left[\sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} - \cos\frac{A-B}{2}\right]$$

$$= -4 \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} \qquad \text{oder}$$

$$2x \cdot \cos\frac{A-B}{2} - 2y \cdot \sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 8\sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} \qquad (1')$$

da (1) mit (1′) identisch ist, so ist der erste Satz bewiesen.

Beweis zu Satz 2.

Der Kreis aus M^C durch $\mathfrak{A}_3$ hat die Gleichung

$$\left(x - \cos\frac{A-B}{2}\right)^2 + y^2 = \left(2\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} - \cos\frac{A-B}{2}\right)^2$$

$$+ 4\left(\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{C}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}\right)^2$$

und der Kreis aus M_C durch $\mathfrak{C}_3$

$$x^2 + \left(y - \sin\frac{A-B}{2}\right)^2 = \left(2\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2}\right.$$

$$\left. - 2\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}\cos\frac{A-B}{2}\right)^2$$

$$+ \sin^2\frac{A-B}{2}\left(1 - 2\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}\right)^2$$

und daher hat die gemeinsame Sehne die Gleichung:

$$
\begin{aligned}
-2x\cdot\cos\frac{A-B}{2}+2y\cdot\sin\frac{A-B}{2} &= 4\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\cos^4\frac{C}{2}\\
&\quad+4\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\\
&\quad-4\cdot\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{B}{2}\\
&\quad-4\cdot\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\\
&\quad-4\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}\\
&\quad+8\cdot\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}\\
&\quad+4\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{A-B}{2}\\
&= -8\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\\
&\quad+8\cdot\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}\\
&\quad-4\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}\\
&\quad+4\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{A-B}{2}\\
&= 8\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\left[\cos\frac{A-B}{2}-\cos\frac{A+B}{2}\right]\\
&\quad-4\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}\\
&\quad+4\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{A-B}{2}\\
&= 16\cdot\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\\
&\quad-4\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A-B}{2}\\
&\quad+4\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\cdot\sin^2\frac{A-B}{2}
\end{aligned}
$$

$$= 8 \cdot \cos^2\frac{A}{2} \cdot \cos^2\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}$$

$$+ 8 \cdot \cos^2\frac{A}{2} \cdot \cos^2\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}$$

$$+ 4\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2} \cdot \sin^2\frac{A-B}{2}$$

$$- 4\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} \cdot \cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 4\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}\Big[\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2}$$

$$+ \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2}$$

$$+ \sin\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} + \cos\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2}\Big]$$

$$+ 8\cos^2\frac{A}{2} \cdot \cos^2\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}$$

$$- 8\cos^2\frac{A}{2} \cdot \cos^2\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}$$

$$- 4\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} \cdot \cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 4 \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}\Big[\sin\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{C}{2}$$

$$+ \cos\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{C}{2}\Big]$$

$$+ 8 \cdot \cos^2\frac{A}{2} \cdot \cos^2\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}$$

$$- 8\cos^2\frac{A}{2} \cdot \cos^2\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2}$$

$$- 4\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} \cdot \cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 4 \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{C}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}$$

$$- 4 \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} \cdot \cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 4 \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}\left[\cos\frac{A+B}{2} - \cos\frac{A-B}{2}\right]$$

$$= - 8 \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}$$

und die Gleichung der gemeinsamen Sehne hat endlich die Gestalt:

$$\frac{2x \cdot \cos\frac{A-B}{2} - 2y \cdot \sin\frac{A-B}{2}}{= 8 \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}} \qquad (2)$$

Da dem Umkreis die Gleichung zukommt:

$$\left(x - \frac{1}{2}\cos\frac{A-B}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{1}{2} \cdot \sin\frac{A-B}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

so ist die Gleichung der gemeinsamen Sehne für die Kreise M^C und M:

$$- x \cdot \cos\frac{A-B}{2} + y \cdot \sin\frac{A-B}{2} = 4\cos^2\frac{A}{2} \cdot \cos^2\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}$$

$$- 4 \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} \cdot \cos\frac{A-B}{2}$$

$$= 4\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}\left[\cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} - \cos\frac{A-B}{2}\right]$$

$$= - 4 \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2} \qquad \text{oder}$$

$$\frac{2x \cdot \cos\frac{A-B}{2} - 2y \cdot \sin\frac{A-B}{2}}{= 8 \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}} \qquad (2')$$

Die Übereinstimmung von (2) und (2′) beweist den 2. Satz:

Folgerung aus (1) und (2).

Die Gleichungen (1) und (2) stimmen miteinander überein und da sie die gemeinsamen Sehnen von Kreissystemen be-

stimmen, die einen Kreis (nämlich den Umkreis) gemein haben, so sind diese beiden Kreissysteme identisch.

Die Punkte A_1, B_1, $\mathfrak{A}_3$ und $\mathfrak{B}_3$ liegen auf einem Kreis mit Zentrum M^C.

Beweis zu Satz 3.

Der Kreis von M_C durch $\mathfrak{A}_1$ hat die Gleichung

$$x^2 + \left(y - \sin\frac{A-B}{2}\right)^2 = 4\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2} + \left(\sin\frac{A-B}{2} - 2\cos\frac{B}{2}\sin\frac{A}{2}\sin^2\frac{C}{2}\right)^2$$

und der Kreis aus M^C durch $\mathfrak{C}_1$:

$$\left(x - \cos\frac{A-B}{2}\right)^2 + y^2 = \cos^2\frac{A-B}{2}\left(1 - 2\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\right)^2 + \left(2\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2} - 2\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}\right)^2$$

die gemeinsame Sehne hat daher die Gleichung:

$$2x\cdot\cos\frac{A-B}{2} - 2y\cdot\sin\frac{A-B}{2} = 4\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2} - 4\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2} - 4\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2} - 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2} + 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{A-B}{2} + 8\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2} = -8\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{C}{2}$$

$$+ 8\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$- 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{A-B}{2}$$

$$= 8\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\left(\sin\frac{A-B}{2}-\sin\frac{A+B}{2}\right)$$

$$- 4\cdot\cos\frac{B}{2}\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{A-B}{2}$$

$$= - 16\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}$$

$$- 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$+ 4\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{A-B}{2}$$

$$= - 8\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}$$

$$- 8\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}$$

$$+ 4\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{A-B}{2}$$

$$- 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$- 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\left[\cos^2\frac{A}{2}\cdot\cos^2\frac{B}{2}+\sin^2\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{B}{2}\right.$$

$$\left.- \cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}-\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\right]$$

$$- 8\cdot\cos^2\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}$$

$$+ 8\cos^2\frac{B}{2}\sin^2\frac{A}{2}\cos\frac{C}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\sin\frac{B}{2}$$

$$- 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\left[\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\right.$$

$$\left. - \sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}\right]$$

$$- 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}$$

$$- 4\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 4\cos\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}\left(\sin\frac{A+B}{2} - \sin\frac{A-B}{2}\right)$$

$$- 8\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2}$$

und die Gleichung der gemeinsamen Sehne gewinnt daher die Gestalt:

$$2x\cdot\cos\frac{A-B}{2} - 2y\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 8\cdot\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}\cdot\sin^2\frac{C}{2} \qquad (3)$$

Mit dem Umkreis:

$$\left(x - \frac{1}{2}\cos\frac{A-B}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{1}{2}\sin\frac{A-B}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

bestimmt der Kreis aus M_c die gemeinsame Sehne von der Gleichung:

$$x\cos\frac{A-B}{2} - y\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 4 \cdot \cos^2\frac{B}{2} \cdot \sin^2\frac{A}{2} \cdot \sin^2\frac{C}{2} - 4\cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin^2\frac{C}{2} \cdot \sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 4 \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin^2\frac{C}{2}\left[\sin\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} - \sin\frac{A-B}{2}\right]$$

$$= 4 \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin^2\frac{C}{2}$$ oder

$$2x \cdot \cos\frac{A-B}{2} - 2y \cdot \sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 8 \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin^2\frac{C}{2} \qquad (3')$$

Da (3) mit (3′) übereinstimmt, so ist auch dieser Satz bewiesen.

Folgerung: Wenn wir in (3) und (3′) rechter Hand A mit B vertauschen, so erhalten wir die Gleichung für die gemeinsamen Sehnen zwischen dem Umkreis und dem Kreise aus M_C durch $\mathfrak{A}_2$ und $\mathfrak{B}_2$ bezw. dem Kreise aus M^C durch $\mathfrak{C}_2$. Da hiebei (3) und (3′) ungeändert bleiben, so heisst das:

Die Kreissysteme, welche aus den Ankreisen O_1 und O_2 (nach Satz 3) abgeleitet werden können, sind identisch; ferner:

Die Punkte $\mathfrak{A}_1$, $\mathfrak{B}_1$, $\mathfrak{A}_2$ und $\mathfrak{B}_2$ liegen auf einem Kreis mit Zentrum M_C:

Konstruktion der durch Satz (1) und (3) bestimmten gemeinsamen Sehnen.

$$x \cdot \cos\frac{A-B}{2} - y \cdot \sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 4 \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \cos^2\frac{C}{2}$$

$$= \sin A \cdot \sin B \frac{1 + \cos C}{2}$$

ist die Gleichung der durch Satz (1) und (2) gegebenen gemeinsamen Sehnen. Ihr Abstand vom Koordinatenanfang ist daher:

$$\sin A \cdot \sin B \cdot \frac{1 + \cos C}{2}$$

$$x \cdot \cos\frac{A-B}{2} - y \cdot \sin\frac{A-B}{2}$$

$$= 4 \cdot \sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin^2\frac{C}{2}$$

ist die Gleichung der durch den dritten Satz bestimmten gemeinsamen Sehne und da $4\sin\frac{A}{2} \cdot \sin\frac{B}{2} \cdot \cos\frac{A}{2} \cdot \cos\frac{B}{2} \cdot \sin^2\frac{C}{2}$

$$= \sin A \cdot \sin B \cdot \frac{1 - \cos C}{2}$$

so ist die Entfernung vom Koordinatenanfang

$$\sin A \cdot \sin B \cdot \frac{1 - \cos C}{2}$$

um daher die Teilpunkte dieser Sehnen auf der Höhe CH_3 (H_3 = Höhenfusspunkt zu C) zu bestimmen, bezeichne man die Mitte von AB mit M_3, ziehe $M^C H_3$ und $M_C C$ und verbinde ihren Schnittpunkt S mit M_3, so erhalten wir den einen Teilpunkt; zieht man aber $M^C C$ und $M_C H_3$ und verbindet ihren Schnittpunkt S^1 mit M_3, so bekommt man den andern Teilpunkt.

Besonderer Fall: Im Falle von $C = 90^0$ stimmen die Gleichungen (1) und (3) mit einander überein, d. h. die beiden aus der Ecke C abgeleiteten Kreissysteme fallen zusammen.

Durch die bewiesenen Sätze wird die eine Wurzel von quadratischen Gleichungen geometrisch zur Darstellung gebracht. Im folgenden soll auch die andere Wurzel geometrisch anschaulich gemacht werden. Um uns kürzer ausdrücken zu können, geben wir folgende

Definitionen.

Die Ergänzung eines Berührungsradius (zu Kreis O, O_1, O_2 oder O_3) zum Strahle heissen wir Berührungsstrahl (mit O, O_1, O_2 oder O_3 zum Anfangspunkt). Die Ergänzung eines Berührungsstrahls zur Geraden heissen wir Ergänzungsstrahl. Den Punkt auf einem Berührungsstrahl im Abstande 1 vom Anfangspunkt bezeichnen wir als Einheitspunkt und den Punkt auf dem Ergänzungsstrahl im Abstand 1 vom Anfangspunkt Ergänzungspunkt. Alsdann haben wir folgende Sätze:

4. Satz: Im ebenen Dreieck ABC treffen die innern und äussern Winkelhalbierenden (CM^C und CM_C) eines Winkels (C) den Umkreis (Zentrum M) in 2 Punkten (M^C und M_C), welchen die Eigenschaft zukommt, dass die Kreise aus M^C und M_C durch die zugehörigen Ergänzungspunkte (A_1' und B_1') des Inkreises bezw. durch seinen Ergänzungspunkt (C_1') an der dritten Seite sich im Umkreis schneiden.

5. Satz: Im Dreieck ABC treffen die innern und äussern Winkelhalbierenden (CM^C und CM_C) eines Winkels (C) den Umkreis in 2 Punkten (M^C und M_C), welche durch die Eigenschaft ausgezeichnet sind, dass die Kreise aus M^C und M_C durch die zugehörigen Einheitspunkte ($\mathfrak{A}_3'$ und $\mathfrak{B}_3'$) des der Ecke C gegenüberliegenden Ankreises bezw. durch seinen Einheitspunkt ($\mathfrak{C}_3'$) an der dritten Seite, sich im Umkreis schneiden.

6. Satz: Im Dreieck ABC treffen die äussern und innern Winkelhalbierenden (CM_C und CM^C) eines Winkels (C) den Umkreis in 2 Punkten (M_C und M^C), welche die Eigenschaft zeigen, dass die Kreise aus M_C und M^C durch die zugehörigen Einheitspunkte ($\mathfrak{A}_2'$ und $\mathfrak{B}_2'$) des dem Winkel B gegenüberliegenden Ankreises bezw. durch seinen Einheitspunkt ($\mathfrak{C}_2'$) an der dritten Seite, sich im Umkreis schneiden.

Bestimmung der Koordinaten.

Seien A_1', B_1' und C_1' die Ergänzungspunkte des Inkreises, $\mathfrak{A}_2'$, $\mathfrak{B}_2'$, $\mathfrak{C}_2'$ und $\mathfrak{A}_3'$, $\mathfrak{B}_3'$, $\mathfrak{C}_3'$ die Einheitspunkte für die Ankreise O_2 und O_3, so leiten sich aus der Figur 2 die Koordinaten ab, wie sie in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

	x	y
A_1'	$2\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}+\sin\frac{C}{2}=\cos\frac{A-B}{2}$	$-\cos\frac{C}{2}$
B_1'	$\cos\frac{A-B}{2}$	$\cos\frac{C}{2}$
C_1'	$-\cos\frac{A-B}{2}+2\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}=-\sin\frac{C}{2}$	$\sin\frac{A-B}{2}$
$\mathfrak{A}_2'$	$-\sin\frac{C}{2}$	$-2\cos\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}+\cos\frac{C}{2}=\sin\frac{A-B}{2}$
$\mathfrak{B}_2'$	$\sin\frac{C}{2}$	$\sin\frac{A-B}{2}$
$\mathfrak{C}_2'$	$\cos\frac{A-B}{2}$	$-2\cos\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}-\sin\frac{A-B}{2}=-\cos\frac{C}{2}$
$\mathfrak{A}_3'$	$2\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}-\sin\frac{C}{2}=\cos\frac{A-B}{2}$	$\cos\frac{C}{2}$
$\mathfrak{B}_3'$	$\cos\frac{A-B}{2}$	$-\cos\frac{C}{2}$
$\mathfrak{C}_3'$	$2\cdot\cos\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{B}{2}-\cos\frac{A-B}{2}=\sin\frac{C}{2}$	$\sin\frac{A-B}{2}$

Hieran schliessen sich noch an die Koordinaten von M, M^C und M_C:

	x	y
M	$\frac{1}{2} \cdot \cos \frac{A-B}{2}$	$\frac{1}{2} \cdot \sin \frac{A-B}{2}$
M^C	$\cos \frac{A-B}{2}$	0
M_C	0	$\sin \frac{A-B}{2}$

Beweis zu Satz 4.

Der Kreis aus M^C durch A_1' hat die Gleichung:

$$\left(x - \cos \frac{A-B}{2}\right)^2 + y^2 = \cos^2 \frac{C}{2}$$

und derjenige aus M_C durch C_1':

$$x^2 + \left(y - \sin \frac{A-B}{2}\right)^2 = \sin^2 \frac{C}{2}$$

Die Gleichung ihrer gemeinsamen Sehne lautet daher:

$$-2x \cdot \cos \frac{A-B}{2} + 2y \cdot \sin \frac{A-B}{2}$$

$$= \cos^2 \frac{C}{2} - \sin^2 \frac{C}{2} - \cos^2 \frac{A-B}{2} + \sin^2 \frac{A-B}{2}$$

$$= \cos C - \cos\left(A - B\right) \qquad \text{oder}$$

$$-x \cdot \cos \frac{A-B}{2} + y \cdot \sin \frac{A-B}{2} = -\cos A \cdot \cos B \qquad (4)$$

Der Umkreis aber hat zur Gleichung:

$$\left(x - \frac{1}{2} \cos \frac{A-B}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{1}{2} \sin \frac{A-B}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

Seine gemeinsame Sehne mit dem Kreis aus M^C durch A_1' hat deshalb zur Gleichung:

$$-x\cdot\cos\frac{A-B}{2}+y\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$
$$=\cos^2\frac{C}{2}-\cos^2\frac{A-B}{2}$$
$$=\frac{1+\cos C}{2}-\frac{1+\cos(A-B)}{2}\qquad\text{oder}$$
$$-x\cdot\cos\frac{A-B}{2}+y\cdot\sin\frac{A-B}{2}=-\cos A\cdot\cos B\qquad(4')$$

Die Übereinstimmung von (4) und (4′) beweist den 4. Satz.

Beweis zu Satz 5.

Der Kreis aus M_C durch $\mathfrak{C}_3'$ hat zur Gleichung:

$$x^2+\left(y-\sin\frac{A-B}{2}\right)^2=\sin^2\frac{C}{2}$$

und derjenige aus M^C durch $\mathfrak{B}_3'$:

$$\left(x-\cos\frac{A-B}{2}\right)^2+y^2=\cos^2\frac{C}{2}$$

daher ist die Gleichung der gemeinsamen Sehne:

$$-2x\cdot\cos\frac{A-B}{2}+2y\cdot\sin\frac{A-B}{2}$$
$$=\cos^2\frac{C}{2}-\sin^2\frac{C}{2}-\cos^2\frac{A-B}{2}+\sin^2\frac{A-B}{2}$$
$$=\cos C-\cos(A-B)\qquad\text{oder}$$
$$-x\cdot\cos\frac{A-B}{2}+y\cdot\sin\frac{A-B}{2}=-\cos A\cdot\cos B\qquad(5)$$

Der Umkreis hat zur Gleichung:

$$\left(x-\frac{1}{2}\cos\frac{A-B}{2}\right)^2+\left(y-\frac{1}{2}\sin\frac{A-B}{2}\right)^2=\frac{1}{4}$$

Seine gemeinsame Sehne mit dem Kreis aus M_C durch $\mathfrak{C}_3'$ hat daher die Gleichung:

$$-x\cdot\cos\frac{A-B}{2}+y\cdot\sin\frac{A-B}{2}=\sin^2\frac{A-B}{2}-\sin^2\frac{C}{2}$$

$$= \frac{1 - \cos(A - B)}{2} - \frac{1 - \cos C}{2}$$

$$= \frac{\cos C - \cos(A - B)}{2} \quad \text{oder}$$

$$- x \cdot \cos\frac{A - B}{2} + y \cdot \sin\frac{A - B}{2} = - \cos A \cdot \cos B \qquad (5')$$

Der Vergleich von (5) und (5′) vollendet den Beweis zum 5. Satz.

Folgerung: Da die Gleichungen (4) und (5) miteinander übereinstimmen, so heisst das:

Die Kreissysteme von Satz (4) und (5) fallen zusammen.

Beweis zu Satz 6.

Der Kreis aus M_C durch $\mathfrak{A}_2'$ hat zur Gleichung:

$$x^2 + \left(y - \sin\frac{B - B}{2}\right)^2 = \sin^2\frac{C}{2}$$

und derjenige aus M^C durch $\mathfrak{C}_2'$:

$$\left(x - \cos\frac{A - B}{2}\right)^2 + y^2 = \cos^2\frac{C}{2}$$

und ihre gemeinsame Sehne bestimmt die Gleichung:

$$- 2x \cdot \cos\frac{A - B}{2} + 2y \cdot \sin\frac{A - B}{2}$$

$$= \cos^2\frac{C}{2} - \sin^2\frac{C}{2} - \cos^2\frac{A - B}{2} + \sin^2\frac{A - B}{2}$$

$$= \cos C - \cos(A - B) \qquad \text{oder}$$

$$- x \cdot \cos\frac{A - B}{2} + y \cdot \sin\frac{A - B}{2} = - \cos A \cos B \qquad (6)$$

Die Gleichung für den Umkreis ist wiederum:

$$\left(x - \frac{1}{2}\cos\frac{A - B}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{1}{2}\sin\frac{A - B}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

seine gemeinsame Sehne mit dem Kreis aus M_C durch $\mathfrak{A}_2'$ hat daher zur Gleichung:

$$-x\cdot\cos\frac{A-B}{2}+y\cdot\sin\frac{A-B}{2}=\sin^2\frac{A-B}{2}-\sin^2\frac{C}{2}$$

$$=\frac{1\quad\cos(A-B)}{2}-\frac{1-\cos C}{2}\qquad\text{oder}$$

$$-x\cdot\cos\frac{A-B}{2}+y\cdot\sin\frac{A-B}{2}=-\cos A\cdot\cos B\qquad(6')$$

Folgerung: Wenn wir in (6) rechter Hand A mit B vertauschen, so bekommen wir die Gleichung der gemeinsamen Sehne zwischen den Kreisen M, M_C (durch $\mathfrak{P}_1'$) und M^C (durch $\mathfrak{C}_1'$). Da hiebei (6) ungeändert bleibt, so heisst das:

Die Kreissysteme, welche nach Satz 6. aus den Kreisen O_1 und O_2 abgeleitet werden können, sind identisch.

Durch Vergleich von (5), (6) und (7) ergibt sich:

Die Kreissysteme der Sätze (5), (6) und (7) fallen zusammen.

Konstruktion der gemeinsamen Sehne.

Die Gleichung derselben lautet für alle 3 Sätze:

$$-x\cos\frac{A-B}{2}+y\cdot\sin\frac{A-B}{2}=-\cos A\cdot\cos B\qquad\text{oder}$$

$$x\cdot\cos\frac{B-A}{2}+y\cdot\sin\frac{B-A}{2}=\cos A\cdot\cos B.$$

Ihr Abstand vom Anfangspunkt C des Koordinatensystems ist somit: $\cos A\cdot\cos B$.

Daraus ergibt sich die Konstruktion weil

$$\cos A\cdot\cos B=\sin A\cdot\sin B+\cos(A+B)$$
$$=\sin A\cdot\sin B-\cos C$$

gleich ist die Höhe des Dreiecks ABC aus C vermindert bezw. vermehrt, um den doppelten Abstand des Umkreismittelpunktes von der Seite AB:

Man drehe die Seite AB im Umkreis um 180°, so fällt sie mit der gemeinsamen Sehne zusammen.

Ed. Fischer.

Der Entwicklungsgang der Uredineen und die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreich.

Vortrag, gehalten in der Sitzung vom 9. März 1907[1]).

In der Diskussion über das Problem der Entstehung der Arten steht heute sehr im Vordergrunde die Frage nach den Faktoren, durch die im Tier- und Pflanzenreiche neue Formen hervorgebracht werden. Entstehen letztere unabhängig von äusseren Einwirkungen durch Variationen oder Mutationen, in welche dann die Selektion eingreift? oder sind direkte Einflüsse des Milieu dabei im Spiele? Mit Recht wird immer wieder darauf hingewiesen, dass diese Frage sich wohl nicht einseitig nach der einen oder andern Richtung wird lösen lassen, sondern dass die Antwort im einzelnen sehr verschieden ausfallen kann. Um so mehr erwächst hieraus die Aufgabe einer sorgfältigen Prüfung von Fall zu Fall.

Einen solchen Einzelfall wollen wir nun im folgenden näher untersuchen. Es handelt sich dabei um gewisse Spezies aus der Pilzgruppe der Uredineen, deren Unterscheidungsmerkmale in bestimmten Verschiedenheiten ihres Entwicklungsganges bestehen. Für diese sollen die Faktoren diskutiert werden, welche ihre Entstehung bedingt haben können.

1.

Bekanntlich gehören die Uredineen zu denjenigen Pilzen, welche in Bezug auf ihre Entwicklung die kompliziertesten Verhältnisse aufweisen: Nehmen wir ein typisches Beispiel zur Illustration derselben, etwa den Schwarzrost des Getreides (*Puccinia graminis*), so finden wir folgendes: Eine überwinterte

[1]) In vorliegender Bearbeitung in verschiedenen Punkten abgeändert und erweitert.

Spore, die sog. Teleutospore, keimt im Frühjahr, indem aus ihr eine Basidie hervorgeht. Diese besteht aus einem kurzen, durch Querwände in 5 Zellen geteilten Schlauche. Von diesen Zellen bilden die vier obern seitlich auf kurzen Stielchen durch Abschnürung je eine zartwandige Spore, die Basidiospore. Letztere ist von sehr kurzer Lebensfähigkeit und muss daher, um sich weiterentwickeln zu können, sofort nach ihrer Entstehung auf eine geeignete Nährpflanze, im vorliegenden Falle auf jugendliche Blätter der Berberitze, gelangen. Sie bildet dort einen Keimschlauch; derselbe bohrt sich durch die Aussenwand der Epidermis ein und wächst im Gewebe des Blattes zu einem Mycel aus. Nach Verlauf von etwa 10 bis 12 Tagen entwickelt sich dann an demselben die unter dem Namen „Pyknide“ bekannte Fruchtform und nach weitern zirka 14 Tagen die sog. Aecidien. Erstere sind krugartige Fruchtkörper, in welchen kleine sporenartige Gebilde produziert werden, die sich aber bei den bisherigen Versuchen fast immer als keimungsunfähig erwiesen haben; wir betrachten sie daher als funktionslos gewordene Sporen. Die Aecidien sind becherförmige Gebilde, an deren Grunde durch Abschnürung in kettenförmigen Reihen die sog. Aecidiosporen entstehen. Diese sind, ähnlich wie die Basidiosporen, auf baldige Keimung eingerichtet; sie behalten ihre Keimkraft nicht allzu lange. Wenn sie nun auf eine ihnen zusagende Nährpflanze gelangen — bei der wirtwechselnden *Puccinia graminis* sind es bestimmte Gramineen — so dringt ihr Keimschlauch in die Spaltöffnungen ein und wird wieder zu einem Mycel, an welchem nach etwa 14 Tagen eine weitere Fruchtform, die sog. Uredo zur Ausbildung gelangt. Es sind das unter der Epidermis hervorbrechende Sporenlager, deren Sporen gewöhnlich einzeln durch Abschnürung entstehen und wie die Aecidiosporen auf baldige Keimung eingerichtet sind. Diese Fruchtform kann sich im Laufe des Sommers mehrmals wieder als solche reproduzieren, bis schliesslich gegen den Herbst hin wieder die Überwinterungssporen zur Entwicklung kommen, welche wir unter dem Namen der Teleutosporen bereits kennen gelernt haben. Von diesen 5 verschiedenen Sporenformen, welche uns im Verlauf der Entwicklung von *Puccinia graminis* entgegentreten, ist also nur eine, nämlich die Teleutospore, für das Überwintern eingerichtet, alle

andern (mit Ausnahme der in den Pykniden entstehenden „Conidien") dienen zur raschen Verbreitung während des Sommers. In andern Fällen kann sich der geschilderte Entwicklungsgang in Bezug auf die Jahreszeiten anders verteilen; es kann dabei auch zur Bildung von Teleutosporen kommen, die nicht als Überwinterungssporen dienen; allein für unsere weiteren Auseinandersetzungen genügt es, wenn wir die typischen Fälle im Auge behalten.

Untersuchungen aus neuerer und neuester Zeit haben nun aber auch durch Beobachtung der feinern Vorgänge, welche sich während dieser Entwicklung mit den Zellkernen abspielen, einen tiefern Einblick in den Werdegang dieser Pilze ermöglicht. Wir müssen daher mit einigen Worten auch auf diese Verhältnisse eintreten.

Blackman und Fraser, sowie Christman[1]) gelang es, den Nachweis zu führen, dass bei der Anlage der Aecidiosporen ein Geschlechtsakt stattfindet: Sie sahen zwei nebeneinanderliegende Hyphenzweige in offene Kommunikation treten; an dieser Stelle nähern sich die Kerne der beiden fusionierten Zellen gegenseitig und dann teilen sie sich ohne zuvor miteinander verschmolzen zu sein; nun wird diejenige Partie der verschmolzenen Zellen, in welcher die beiden obern Tochterkerne liegen, durch eine Querwand abgegrenzt und stellt eine Aecidiospore dar. Unterhalb derselben nähern sich dann die beiden übriggebliebenen untern Tochterkerne wieder gegenseitig, machen hierauf eine neue gepaarte Teilung durch, und es wird eine zweite Aecidiospore abgegrenzt, welche die beiden obern Tochterkerne dieser zweiten Teilung enthält u. s. w. So kommt es, dass jede Aecidiospore stets zwei Zellkerne oder besser ausgedrückt einen Doppelkern, ein Synkaryon, enthält. Wenn die Keimung der Aecidiosporen erfolgt, so teilen sich bei der ersten und bei jeder folgenden

---

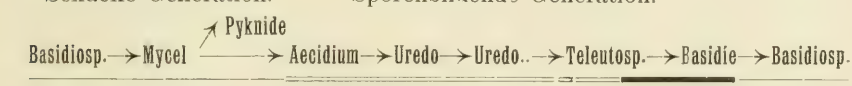
[1]) Blackman, V. H. On the Fertilization, Alternation of Generations and general Cytology of the Uredineae. Annals of Botany, XVIII, 1904, p. 323 ff.

Christman, A. H. Sexual Reproduction of the Rusts. Botanical Gazette, XXXIX, 1905, p. 267 ff.

Blackman and Fraser. Further Studies on the Sexuality of the Uredineae. Annals of Botany, vol. XX, 1906, p. 35 ff.

Zellteilung immer wieder die beiden Kerne des Doppelkernes gleichzeitig. Alle Zellen des aus den Aecidiosporen hervorgehenden Mycels enthalten somit Doppelkerne; die Uredosporen sind zweikernig; zweikernig sind ferner auch anfänglich die Zellen der Teleutospore. Erst beim Heranreifen der letztern verschmelzen, wie dies seit den Untersuchungen von Sappin-Trouffy [1]) bekannt ist, die zwei Kerne des Synkaryons zu einem einzigen, der nun natürlich doppelte Chromosomenzahl aufweisen muss. Bei der Bildung der Basidie teilt sich dann dieser Kern zweimal und jede Basidiospore bekommt einen der so entstandenen vier Tochterkerne. Bei diesen Kernteilungen dürfte es sich um eine Reduktionsteilung handeln, durch welche die Kerne wieder auf die ursprüngliche, einfache Chromosomenzahl zurückgeführt werden. Das aus den Basidiosporen hervorgehende Mycel besitzt somit wieder einkernige Zellen, bis dann bei der Bildung der Aecidiosporen aufs neue ein Synkaryon entsteht.

Der typische Entwicklungsgang einer Uredinee wird sich also durch das folgende Schema übersichtlich darstellen lassen, bei dem wir das Verhalten der Kerne durch eine entsprechende Unterstreichung zum Ausdruck bringen: der einfache dünne Strich bedeutet einfache Kerne mit einfacher Chromosomenzahl, durch doppelte Unterstreichung soll das Vorhandensein eines Synkaryons in den Zellen angedeutet werden, und ein dicker Strich soll das Auftreten eines Kernes mit doppelter Chromosomenzahl ausdrücken.



Man kann also sagen: der Entwicklungsgang der Uredineen zerfällt in zwei deutliche Abschnitte: einen Abschnitt mit einkernigen Zellen und Kernen von einfacher Chromosomenzahl und einen Abschnitt, in welchem die Zellen ein Synkaryon oder später einen Kern von doppelter Chromosomenzahl enthalten. Der erste umfasst die Entwicklung von der Basidiospore bis zur

[1]) Recherches histologiques sur la famille des Urédinées. Le Botaniste, 5e série, 1896, p. 59.

Anlage der Aecidiospore[1]), der zweite umfasst die Aecidiosporen, die Uredofruktifikation, die Teleutosporen bis zur Bildung der Basidiosporen. Den ersten Abschnitt, welcher seinen Abschluss mit einem Sexualakt findet, können wir nach Analogie der höheren Pflanzen als die sexuelle Generation oder als Gametophyten bezeichnen; Lotsy[2]) hat für denselben den Ausdruck x-Generation eingeführt. Den zweiten Abschnitt nennen wir die Sporenbildende Generation oder den Sporophyten, derselbe findet seinen Abschluss in der Bildung der Basidiosporen, mit der wahrscheinlich eine Reduktionsteilung der Kerne Hand in Hand geht; er wird von Lotsy im Hinblick auf die Doppelkerne oder Kerne von doppelter Chromosomenzahl, die ihn charakterisieren, als 2 x - Generation bezeichnet. In diesem Wechsel zwischen sexueller und sporenbildender Generation erblicken wir den Grundzug des Entwicklungsganges der Uredineen.

Dieser Grundzug bleibt, soweit unsere Kenntnisse reichen, bei allen Uredineen unverändert. Aber es können Modifikationen desselben auftreten, welche in einer Vereinfachung jeder der beiden Generationen, hauptsächlich aber der sporenbildenden bestehen. Es sind das hauptsächlich die folgenden:

1) Es kann die Uredo wegfallen. Aus der Aecidiospore entsteht dann direkt ein teleutosporenbildendes Mycel. Man nennt die Uredineen, deren Entwicklungsgang diesem Typus entspricht, nach J. Schröters Vorgang: *opsis*-Formen, d. h. man hängt für sie dem Gattungsnamen die Endung *opsis* an (*Pucciniopsis*, *Uromycopsis* etc.). Das Entwicklungsschema dieser Formen wäre folgendes:

---

[1]) Die Pyknide betrachte ich abweichend von Blackman und den andern neuern Autoren, die sich mit der Sexualität der Uredineen befasst haben, nicht als rudimentäres männliches Sexualorgan, sondern als eine Conidienfruktifikation der sexuellen Generation. Es will mir nicht plausibel erscheinen, dass die Uredineen von einem Urtypus mit Spermatiensexualität abzuleiten seien; ich bin vielmehr im Hinblick auf die Form der Fusion, wie sie Christman bei der Bildung der Aecidiosporen beobachtet hat, eher geneigt, den Anschluss bei isogamen Formen, z. B. vom Typus des Basidiobolus, zu suchen.

[2]) Vorträge über botanische Stammesgeschichte. Band I Algen und Pilze. Jena 1907.

Sexuelle Generation. Sporenbildende Generation.

Basidiospore → Mycel → Pyknide / Aecidium → Teleutosporen → Basidie → Basidiospore

2) Eine zweite Stufe der Vereinfachung besteht im Wegfall der Aecidien. Es entsteht im diesem Falle aus der Basidiospore ein Mycel, welches zuerst Pykniden und später Uredo produziert, nach folgendem Schema:

Sexuelle Generation. Sporenbildende Generation.

Basidiosp. → Mycel → Pyknide / Uredo → Uredo.. → Teleutosporen → Basidie → Basidiospore

Solche Formen nennt man *Brachy*-Formen (*Brachy-Puccinia*, *Brachy-Uromyces* etc.). Die Zellfusion, durch welche die Zweikernigkeit der Zellen zustande kommt, müsste in diesem Falle natürlich vor der Uredosporenbildung vor sich gehen.

3) Endlich gibt es Uredineen, denen sowohl Aecidien wie auch die Uredo fehlen. Hier sieht man aus den Basidiosporen direkt wieder ein teleutosporenbildendes Mycel mit oder häufiger noch ohne Pykniden entstehen. Solche Uredineen bezeichnet man als *Mikro*- oder als *Lepto*-Formen, je nachdem die Teleutosporen nach Überwinterung oder sofort nach ihrer Entstehung Basidien bilden. Das Entwicklungsschema gestaltet sich also hier wie folgt:

Sexuelle Generation. Sporenbild. Generat.

Basidiospore → Mycel → (Pyknide) / Teleutospore → Basidie → Basidiospore.

Die Bildung der Zellen mit Synkaryon dürfte sich hier in dem teleutosporenbildenden Mycel vor der Bildung der Teleutosporen abspielen.

Resümierend können wir also sagen: Wir finden bei den Uredineen einen unveränderlichen Grundzug der Entwicklung, welcher sich in einem Wechsel von Generationen mit einfachkernigen und doppelkernigen Zellen äussert. Innerhalb dieser beiden Generationen können sich Modifikationen geltend machen, in der Weise, dass in

der sporenbildenden Generation die Aecidien oder die Uredo oder beide, in der sexuellen Generation die Pykniden in Wegfall kommen. Auf diese Modifikationen beziehen sich nun die folgenden Untersuchungen.

2.

Vorerst müssen wir uns die Frage vorlegen: Welche Bedeutung kommt den soeben besprochenen Modifikationen in der Systematik der Uredineen zu?

Es gibt Fälle, in denen einer der eben geschilderten Entwicklungstypen für eine ganze auch morphologisch gut charakterisierte Uredineengruppe eigentümlich ist: dies gilt für die Gymnosporangiaceen mit der Gattung *Gymnosporangium*, deren Vertreter unseres Wissens ausschliesslich *opsis*-Formen sind, also der Uredoform entbehren.

Gewöhnlich aber finden wir die sämtlichen besprochenen Modifikationen oder doch mehrere derselben innerhalb einzelner Gattungen, ja sogar innerhalb engerer Artgruppen vertreten. Wir wollen dies nur an wenigen Beispielen erläutern, welche sich aber leicht vermehren lassen würden: Eine sehr natürliche Artengruppe innerhalb der Gattung *Puccinia* bilden die Formen, welche auf Umbelliferen leben. Dieselben haben sämtlich Teleutosporen, die auf zarten Stielen sitzen und daher leicht abfallen; diese Teleutosporen sind ferner gewöhnlich am Scheitel und meist auch an der Basis gerundet, die beiden Zellen, aus denen sie bestehen, sind in der Regel in ihrer Form ziemlich übereinstimmend; ihre Membran ist, abgesehen von allfälligen Skulpturen, gleichmässig dick; die Keimporen werden von relativ kleiner, farbloser Papille bedeckt, und derjenige der obern Zelle ist meist scheitelständig. Auch in den Uredobildungen und in den Aecidien, wo solche vorhanden sind, herrscht im allgemeinen grosse Übereinstimmung. Zu dieser Artengruppe gehören nun unter anderen folgende Spezies: *Puccinia Aegopodii* auf *Aegopodium Podagraria*, eine *Mikro*form, die also nur Teleutosporen und Basidiosporen bildet, sodann *Puccinia bullata* auf *Silaus pratensis*, bei welcher auch Pykniden und Uredo zur Entwicklung kommen, also eine *Brachypuccinia*. Ferner finden wir *Puccinia Falcariae* auf *Falcaria*, mit Aecidien und Pykniden

aber ohne Uredo, also eine *opsis*-Form und endlich *Puccinia Saniculae*, welche sämtliche Sporenformen besitzt. — Ganz ähnliche Verhältnisse treten uns in der Gruppe der *Puccinia Hieracii* entgegen. Die gemeinschaftlichen Merkmale derselben erblicken wir in den leicht ablöslichen Teleutosporen, die am Scheitel und an der Basis gerundet sind, deren Membran gleichmässig dick, aber mit einer warzigen Skulptur besetzt ist; auch die Uredosporen sind sehr gleichartig, und für die Aecidien ist es eine sehr charakteristische Erscheinung, dass die Membran ihrer Peridienzellen auf der Innenseite stärker verdickt ist als auf der Aussenseite. Hier treffen wir als Arten mit sämtlichen Sporenformen *Pucc. variabilis* auf *Taraxacum*, *Pucc. Scorzonerae* auf *Scorzonera*, *Pucc. Crepidis aureae* auf *Crepis aurea* u. s. w. Eine *Pucciniopsis* ist *Pucc. Tragopogi*; *Brachy*formen sind *Pucc. Cirsii* auf *Cirsium*-Arten, *Pucc. Taraxaci* auf *Taraxacum*, *Pucc. Hieracii* auf *Hieracium* und viele andere; endlich finden wir auch eine *Mikro*form in der alpinen *Pucc. Arnicae scorpioidis* auf *Aronicum scorpioides*. — Als letztes Beispiel wählen wir die auf *Primula*-Arten lebenden *Uromyces*-Arten *U. Primulae* auf *Primula Auricula* und *P. hirsuta*, *U. Primulae integrifoliae* auf *Primula integrifolia* und *U. apiosporus* auf *Primula minima*. In der Form und Beschaffenheit ihrer warzigen, am Scheitel mit breiter Kappe versehenen Teleutosporen lassen sich diese drei Arten kaum von einander unterscheiden, aber die erstgenannte besitzt alle Sporenformen, der zweiten fehlt die Uredo, und die dritte hat nur Teleutosporen und Basidiosporen.

Es sind also sehr nahe verwandte Arten, welche durch diese Modifikationen des Entwicklungsganges von einander abweichen. Dieselben unterscheiden sich ausserdem meist auch durch die Wahl der Nährpflanze, doch machen z. B. *Pucc. variabilis* und *Pucc. Taraxaci* hievon eine Ausnahme, da beide auf *Taraxacum officinale* leben. Morphologische Verschiedenheiten zwischen diesen durch ihren Entwicklungsverlauf von einander abweichenden nahe verwandten Arten liegen ebenfalls vor: sie bestehen in kleinen Differenzen der Form und Grösse der Teleutosporen, in Verschiedenheiten der Keimporenzahl und der Grösse der Papille über den Keimporen bei den Uredosporen u. dgl. mehr.

In manchen Fällen aber, wie z. B. bei den erwähnten *Primula* bewohnenden *Uromyces* fehlen solche Differenzen fast ganz; Unterschiede sind kaum greifbar oder geradezu nicht nachweisbar. In letzterem Falle haben wir es also mit Spezies zu tun, die nur durch den Entwicklungsgang und die Wahl der Nährpflanze, d. h. also nur in ihrem biologischen Verhalten von einander differieren, es handelt sich um biologische Arten. Aber auch diese Unterschiede sind, soweit unsere Erfahrungen reichen, konstant; man hat in allen bisher untersuchten Materialien der betreffenden Uredineen immer das gleiche Verhalten in Bezug auf Fehlen oder Vorhandensein der einzelnen Sporenformen konstatiert, es haben sie daher auch die Systematiker je und je als Arten auseinandergehalten.

Es gibt aber endlich auch Fälle, bei welchen innerhalb einer Spezies Modifikationen des Entwicklungsganges vorkommen. Wir finden dies bei *Puccinia Galii-silvatici*: hier werden nach den Versuchen von Th. Wurth[1]) und Fr. Bubák[2]) die Aecidien am gleichen Mycel ausgebildet wie die Uredoform; sie können dabei entweder vor der letztern oder zugleich mit ihr entstehen, sie können aber auch vollständig fehlen. Es liegt somit hier ein Beispiel eines nicht vollständig fixierten Entwicklungstypus vor.

Aus dem Gesagten erhält man den Eindruck, dass im allgemeinen diese Unterschiede im Entwicklungsgange phylogenetisch junge Merkmale darstellen: Die Spezies, welche man nach diesen Merkmalen auseinanderhält, können daher gewissermassen als Spezies in statu nascendi bezeichnet werden, und das erweckt die Hoffnung, dass es für sie gelingen könnte, die Faktoren festzustellen, welche bei ihrer Entstehung im Spiele waren.

---

[1]) Rubiaceen bewohnende Puccinien vom Typus der Puccinia Galii. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankeiten. 2. Abt., Bd. XIV, 1905.

[2]) Infektionsversuche mit einigen Uredineen. III. Bericht. Centralblatt für Bakteriologie, etc. 2. Abt., Bd. XVI, 1906, p. 150 ff.

Fig. 1

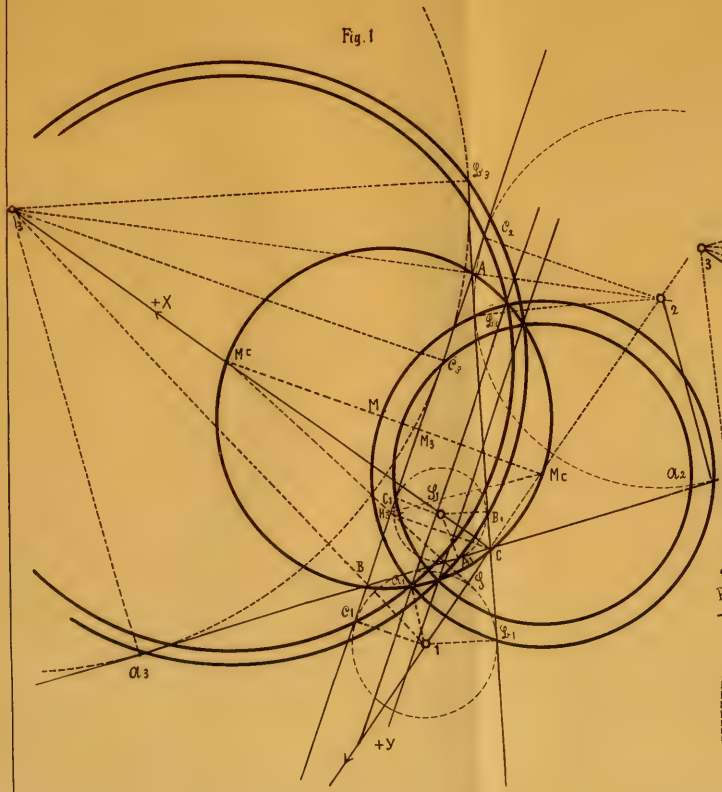
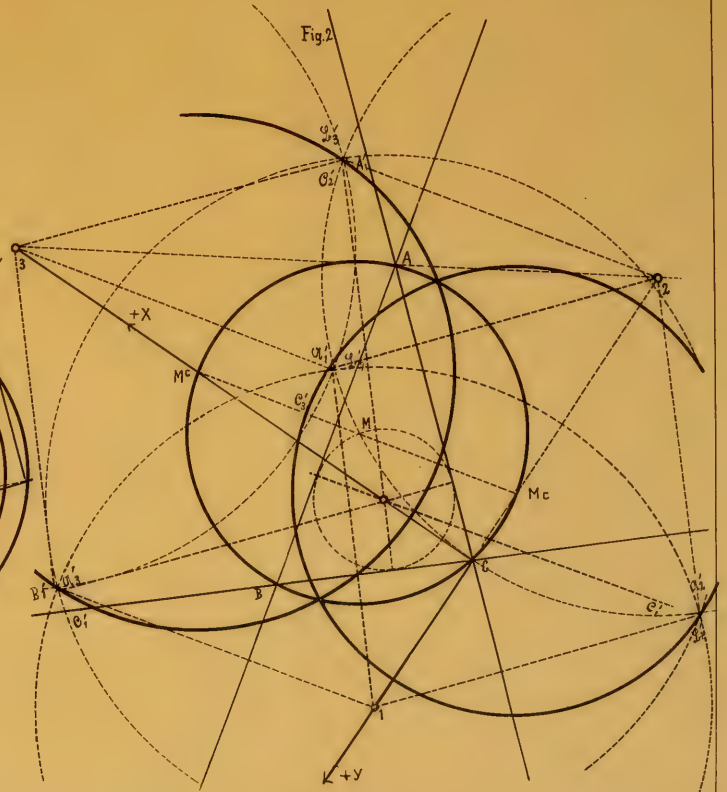


Fig. 2



O. Schenker.

3.

Eine Reihe von Beobachtungen hat nun in der Tat gezeigt, dass die in Rede stehenden Modifikationen im Entwicklungsgange der Uredineen in Beziehung stehen zu klimatischen Verhältnissen. Schon Johanson[1]), der die Pilzflora der Gebirgsgegenden von Jämtland und Härjedalen in Schweden erforscht hat, war es aufgefallen, dass dort die Uredineen mit verkürztem Entwicklungsgange einen grösseren Prozentsatz ausmachen, als in südlicheren Gebieten. Magnus[2]) hat dann später für die Alpen auf ein ähnliches Verhältnis aufmerksam gemacht. Bei meiner Bearbeitung der schweizerischen Uredineen in den Beiträgen zur Kryptogamenflora der Schweiz[3]), hatte ich dann Gelegenheit, diese Frage noch etwas näher zu prüfen. Es stellte sich dabei die interessante Tatsache heraus, dass unter den Uredineen welche über der Baumgrenze bisher aufgefunden worden sind, die *Mikro*formen mit 32.9 % den am stärksten vertretenen Entwicklungstypus repräsentieren, während in der gesamten Uredineenflora der Schweiz diejenigen Uredineen prädominieren, welche alle Sporenformen besitzen. Für das Nähere verweise ich auf meine „Uredineen der Schweiz" p. XIX ff.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt man, wenn man nicht die Uredineenflora im allgemeinen ins Auge fasst, sondern nahestehende Arten vergleicht, von denen die einen alpine Nährpflanzen, die andern solche der Ebene bewohnen. Ein Beispiel in dieser Richtung bieten uns die Alchimillen bewohnenden *Uromyces*-Arten: *U. Alchimillae* und *U. melosporus* (= *U. Alchimillae alpinae*). Ersterer lebt auf den Alchimillen vom *Vulgaris*-Typus und bildet reichlich Uredo, letzterer, auf den Alchimillen des *Alpina*-Typus sowie auf *Alch. pentaphylla* lebend, besitzt keine Uredolager oder höchstens ganz vereinzelte

[1]) Über die in den Hochgebirgen Jämtlands und Härjedalens vorkommenden Peronosporeen, Ustilagineen und Uredineen. Botanisches Centralblatt, Bd. XXVIII, 1886. p. 347 ff., 377 ff.

[2]) Über die auf Compositen auftretenden Puccinien vom Typus der Puccinia Hieracii nebst einigen Andeutungen über den Zusammenhang ihrer spezifischen Entwicklung mit ihrer vertikalen Verbreitung. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, 1890, p. 453 ff.

[3]) Die Uredineen der Schweiz. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz. Band II, Heft 2, Bern 1904.

Uredosporen in den Teleutosporenlagern. Immerhin darf nicht verschwiegen werden, dass auch *U. Alchimillae* in ihrer Verbreitung in die alpine Region hinaufreicht, und ausserdem lassen sich manche Beispiele beibringen, welche zeigen, dass auch alpine Uredineen alle Sporenformen besitzen können: unter den oben besprochenen *Primula*-bewohnenden *Uromyces*arten besitzt z. B. diejenige auf *Primula Auricula* sowohl Aecidien wie Uredo; das gleiche gilt z. B. auch für die auf alpinen *Crepis*-arten lebenden Puccinien.

Aber auch da, wo in der alpinen Region oder auf alpinen Pflanzen die sämtlichen Sporenformen ausgebildet werden, scheint doch eine Verkürzung der Entwicklung sich geltend zu machen, die in einer spärlicheren Ausbildung oder in einer weniger lange andauernden Entwicklung der Uredoform, bezw. in einer Beschleunigung des Auftretens der Teleutosporen besteht. Einen besonders schönen Beleg hiefür bieten Versuche, welche Herr O. Schneider[1]) im botanischen Institut der Universität Bern mit *Salix*-bewohnenden *Melampsora*-Arten ausgeführt hat. Von diesen Melampsoren kommen einige Arten auf alpinen Weiden, andere auf *Salix*-Arten der Ebene vor. Dabei stehen dieselben z. T. einander so nahe, dass sie morphologisch nicht von einander unterschieden werden können, also reine biologische Arten darstellen. Hieher gehören u. a. *Mel. Evonymi-Incanae* und *Mel. Larici-Reticulatae*, beides wirtwechselnde Arten. Die erstere bildet ihre Aecidienform (Caeoma) auf *Evonymus*, ihre Uredo- und Teleutosporen auf *Salix incana*, letztere lebt im Aecidienzustand auf *Larix decidua* und geht in ihren Uredo- und Teleutosporen auf *Salix reticulata* und *hastata* über; erstere ist also mehr eine Uredinee der Ebene, die letztere eine alpine Art. Nun säte O. Schneider am 18. Mai die Aecidiosporen von *Mel. Evonymi-Incanae* auf *Salix incana* aus: bald trat Uredo auf; dieser reproduzierte sich als solcher und blieb bis zum 8. Juli die einzige Sporenform; Teleutosporen wurden bis zu diesem Zeitpunkte keine gebildet, und später starb die Versuchspflanze ab. Ganz anders verhielt sich *Mel.*

[1]) O. Schneider. Experimentelle Untersuchungen über schweizerische Weiden-Melampsoren. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II. Abt., Bd. 16, p. 74—93, 159—176. 1906.

Larici-Reticulatae: am 24. Mai wurde *Salix reticulata* mit den Aecidiosporen derselben besät; am 5. Juni war ausschliesslich Uredo entwickelt, aber schon am 17. Juni zeigten sich vereinzelte Teleutosporenlager, und am 8. Juli waren ausschliesslich letztere vorhanden. Es ergeben sich die Unterschiede im Verhalten beider Arten am übersichtlichsten aus der folgenden kleinen Tabelle:

	5. Juni	17. Juni	8. Juli
Mel. Evonymi-Incanae Aussaat am 18. Mai auf Salix incana	Nur Uredo	Nur Uredo	Nur Uredo
M. Larici-Reticulatae Aussaat am 24. Mai auf Salix reticulata	Nur Uredo	Uredo und spärliche junge Teleutosporenlager	Nur Teleutosporenlager

Bei der alpinen *Melampsora* (*M. Larici-Reticulatae*) sind also die Teleutosporen bereits nach 24 Tagen aufgetreten, und nach 45 Tagen sind schon ausschliesslich Teleutosporen vorhanden; bei der *Melampsora* der Ebene (*M. Evonymi-Incanae*) finden wir dagegen noch 51 Tage nach der Infektion ausschliesslich Uredosporen. Mit andern Worten: die alpine Form weist gegenüber derjenigen der Ebene eine starke Verkürzung der Uredobildung und ein früheres Auftreten der Teleutosporenbildung auf. Und da die Versuche in Bern, also in der Ebene, ausgeführt worden sind und für beide Arten unter gleichen Bedingungen, so zeigen sie, dass diese verkürzte Uredobildung bezw. beschleunigte Teleutosporenbildung der Melampsora Larici-Reticulatae eine erbliche Eigentümlichkeit ist. Es ist das ein Punkt, den wir im Hinblick auf unsere weiteren Ausführungen hier nachdrücklich betonen.

Es liegt nun auf der Hand, dass diese in verschiedenen Varianten, besonders aber in Gestalt einer Einschränkung oder eines Wegfalls der Uredoform uns entgegentretenden Verkürzungen des Entwicklungsganges der Uredineen in den besprochenen Fällen als Anpassungen an das alpine Klima, bezw. an die kurze Vegeta-

tionsperiode der alpinen Region gedeutet werden können. Denn da die Uredosporen meist nicht lange keimfähig bleiben und daher meist auch nicht zur Überwinterung dienen können, so ist es in Gebieten mit früh hereinbrechender Kälte von Vorteil, wenn die Bildung der für die Überwinterung dienenden Teleutosporen nicht durch zu weites Hinausschieben gegen den Herbst in Frage gestellt wird. Da, wo diese Modifikationen im Entwicklungsgange als Speziescharaktere Verwendung finden, haben wir es also mit Anpassungsmerkmalen zu tun im Gegensatz zu dem Grundplan der Entwicklung, von dem wir eingangs gesprochen und welcher von den Einflüssen des Milieu unabhängig ist. Letzterer muss daher im Sinne Nägelis als ein Organisationsmerkmal der ganzen Gruppe der Uredineen angesehen werden.

4.

Wie sind nun diese Anpassungsmerkmale bei den Uredineen zustande gekommen? Wir wollen bei der Beantwortung dieser Frage von der zwar nicht bewiesenen, aber sehr plausibeln Voraussetzung ausgehen, dass ursprünglich alle Uredineen sämtliche Sporenformen besessen haben. Man wird sich dann nach unsern obigen Ausführungen die Entstehung der besprochenen Modifikationen des Entwicklungsganges in der Weise vorstellen, dass unter Einfluss klimatischer Faktoren einzelne Fruchtformen, vor allem die Uredo, in ihrer Entwicklung zurückgedrängt oder zum vollständigen Verschwinden gebracht worden seien. Und dies kann man sich wiederum auf zweierlei Art vor sich gegangen denken:

a) Indirekt durch Selektion: Es hätten ursprünglich, unabhängig von äusseren Einwirkungen, die Uredineen eine gewisse Variabilität besessen, in dem Sinne, dass die einen Individuen eine etwas länger andauernde Uredobildung und eine etwas spätere Entwicklung der Teleutosporen zeigten als andere. In alpinen Gebieten konnten nun nur diejenigen Varianten den Winter überdauern, welche zur früheren Teleutosporenbildung neigten; nur sie blieben erhalten und vererbten ihre Eigenschaften auf Nachkommen. Auch im Laufe weiterer Generationen waren immer diejenigen Formen im Vor-

teil, welche ihre Teleutosporen am frühesten bildeten, und so akzentuierte sich diese Eigentümlichkeit mehr und mehr: als Resultat entstanden nach und nach die heutigen Formen mit mehr oder weniger verkürztem Entwicklungsgang.

b) Man kann sich die in Rede stehenden Modifikationen des Entwicklungsganges aber auch durch direkte Einwirkung der äusseren Faktoren zustande gekommen denken: Die ursprünglichen Uredineen besassen eine gewisse Plastizität: die Fähigkeit, durch äussere Einwirkungen direkt in ihrer Entwicklung beeinflusst zu werden. Sie waren befähigt, auf nächtliches starkes Sinken der Temperatur oder andere im alpinen Klima gegebene Einwirkungen durch Unterdrückung der Uredobildung, durch Beschleunigung der Teleutosporenbildung zu reagieren. Und die andauernde Einwirkung solcher klimatischer Einflüsse an alpinen Standorten hätte dann schliesslich eine erbliche Fixierung dieser Verkürzung der Entwicklung herbeigeführt.

Die Entscheidung dieser Alternative ist nun, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, dem Experimente zugänglich: wenn es nämlich gelingt, noch heute Uredineen zu finden, die in ihrem Entwicklungsgange von äusseren Einwirkungen beeinflusst werden, so ist das ein schwerwiegendes Argument zugunsten der zweiten Annahme.

Nun liegen von amerikanischen Autoren, insbesondere *R. S. Smith*[1]) eine Anzahl von Beobachtungen vor, welche zeigen, dass bei *Puccinia Asparagi* grosse Lufttrockenheit nicht nur die Infektion hindert, sondern auch die Aecidien- und Uredobildung hemmt, während umgekehrt reichlicher Taufall (mehr als Regen) die Entwicklung dieser Sporenformen fördert; grosse Bodenfeuchtigkeit bewirkt dagegen indirekt durch Kräftigung der Nährpflanze eine verlangsamte Entwicklung der Parasiten.

Um nun die Frage der Einwirkung äusserer Faktoren auf den Entwicklungsgang experimentell zu prüfen, unternahm Herr Boris Iwanoff auf meine Veranlassung im Sommer 1905 und 1906 eine Reihe von Versuchen, deren Resultate ein sehr interessantes Material zur Beantwortung unserer Frage liefern.

---

[1]) The water relation of Puccinia Asparagi. Botanical Gazette. Vol. 38, Jul. 1904, p. 19—43.

Es bestanden diese Experimente in der parallelen Beobachtung von Infektionsversuchen in der Ebene und in der Alpenregion, nämlich in Bern und auf dem Faulhorn. Das letztere wurde deshalb gewählt, weil es als ein unmittelbar an der Schneegrenze liegender Punkt (2684 m) Bedingungen bieten musste, die von denjenigen in Bern stark abweichen; dabei ist es relativ leicht zugänglich und bietet durch das dort befindliche Hotel die Möglichkeit einer fortlaufenden Kontrollierung der Versuche. Aber auch unter diesen günstigen Verhältnissen ergaben sich mancherlei Schwierigkeiten, die störend in den Verlauf der Experimente eingriffen. Ich erwähne hier nur den Umstand, dass Pflanzen, welche unbedeckt auf einem Dache gehalten wurden, meist zu Grunde gingen, so dass nur diejenigen ein brauchbares Resultat ergaben, welche tags etwas beschattet und nachts mit einem Tuche bedeckt wurden. Die Versuchspflanzen scheinen also auf dem Faulhorn doch etwas zu extremen Bedingungen ausgesetzt gewesen zu sein. — Die gleichzeitig in Bern ausgeführten Versuche wurden verschieden behandelt: ein Teil derselben wurde an einer während eines grossen Teiles des Tages stark besonnten Stelle gehalten, ein anderer Teil im Halbschatten, noch andere endlich wurden nachts in einen Eiskasten und tagüber in Halbschatten gestellt.

Trotz der verschiedenen Schwierigkeiten und Störungen, welche den Versuchen hindernd in den Weg traten, ergaben sich sehr bemerkenswerte Resultate, aus denen ich, unter Hinweis auf die eingehendere Darstellung Iwanoffs im Centralblatt für Bakteriologie[1]), nur einige Daten herausgreife. Ich wähle dazu einige Ergebnisse aus dem Jahre 1906:

Eine erste Versuchsreihe wurde mit *Puccinia Pimpinellae* ausgeführt, welche auf *Pimpinella magna* lebt. Diese Umbellifere findet sich häufig in der Umgebung von Bern und steigt im Gebirge bis in die eigentliche Alpenregion; es war daher vorauszusehen, dass sie auch auf dem Faulhorn wenigstens den Sommer über fortkommen würde. *Puccinia Pimpinellae* ist eine der-

[1]) Untersuchungen über den Einfluss des Standortes auf den Entwicklungsgang und den Peridienbau der Uredineen. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II. Abt., Band XVIII, 1907.

jenigen Uredineen, welche über sämtliche Sporenformen verfügt. Am 7. Juli wurden nun in Bern eine Reihe von gesunden *Pimpinella* mit Uredosporen infiziert, dann wurde ein Teil dieser Versuchspflanzen auf das Faulhorn verbracht, während die andern unter den oben angegebenen Bedingungen in Bern verblieben. Die folgende Tabelle gibt eine übersichtliche Darstellung der Resultate dieses Versuchs:

		21. Juli	25. Juli	2. Aug.	13. Aug.
Puccinia Pimpinellae, Aussaat vom 7. Juli 1906.	Bern, an der Sonne:	U.	U.	U.	U:T=9:1
	Bern, nachts im Eiskasten:	—	U:T=8:1		
	Faulhorn:	—	—	U:T=1:3,5	

U = Uredosporen. T = Teleutosporen.

In Bern herrschte während der Beobachtungszeit meist schönes Sommerwetter. Auf den an sonniger Stelle stehenden Versuchspflanzen trat das Resultat der Infektion in der normalen Zeit auf: am 21. Juli zeigten sich die Uredolager, und diese vermehrten sich bis in den August ohne dass Teleutosporenlager erschienen. Erst am 13. August zeigten sich Teleutosporen und zwar nur sehr spärlich: das Zahlenverhältnis von Uredo und Teleutosporen betrug zunächst nur ungefähr 9:1 und verschob sich erst in der Folge allmählich zugunsten der Teleutosporen.

Ganz anders auf dem Faulhorn. Hier herrschte im Juli meist ungünstiges Wetter, anfänglich sogar Schneefall und Frost. Es hatte dies zur Folge, dass das Resultat der Infektion unverhältnismässig lange auf sich warten liess: Erst am 2. August zeigte sich der erste Infektionserfolg. Dabei traten sofort Sporenlager auf, in denen Teleutosporen nicht nur enthalten waren, sondern sogar die Uredosporen überwogen: das Zahlenverhältnis von Uredosporen und Teleutosporen war 1:3,5 und das in einem Zeitpunkte, in welchem der entsprechende Versuch in Bern an sonnigem Standorte noch keine Teleutosporen, sondern nur Uredo aufwies. Mit andern Worten: auf dem Faulhorn und unter ungünstigen Witterungsverhältnissen wurde die Uredobildung stark zurückgedrängt und die Teleutosporenbildung be-

schleunigt. Instruktiv sind auch die Beobachtungen an denjenigen Versuchspflanzen, welche sich jeweilen nachts im Eiskasten befanden: diese halten die Mitte zwischen den beiden besprochenen: am 25. Juli traten hier die ersten Sporenlager auf, und in denselben waren Uredo und Teleutosporen im Verhältnis von 8:1 enthalten. Also findet man hier unter Einfluss nächtlicher Abkühlung ebenfalls eine Beschleunigung der Teleutosporenbildung.

Ähnliche, aber im einzelnen etwas abweichende Resultate boten in gleicher Weise durchgeführte Versuche mit *Puccinia Violae* auf *Viola silvatica*, mit *Puccinia Galii* auf *Galium Mollugo* und *Puccinia Celakowskyana* auf *Galium Cruciata*.

Diese Ergebnisse stehen nun in auffallendem Einklange mit den oben besprochenen Beobachtungen von O. Schneider: die Verkürzung der Entwicklung, welche sich dort bei den alpinen Weidenmelampsoren als erbliches Merkmal geltend macht, ist hier in den Versuchen von B. Iwanoff direkt unter Einwirkung äusserer Faktoren zustande gekommen. Ein einziger Unterschied besteht darin, dass in den letzteren Versuchen eine Verlängerung der Inkubationszeit eingetreten ist, welche bei den alpinen Weidenmelampsoren nicht zu konstatieren war.

Es gibt somit Uredineen, die unter direktem Einfluss äusserer Einwirkungen — es handelt sich in den untersuchten Fällen wohl in erster Linie um Temperatureinflüsse — ihren Entwicklungsgang verkürzen, also einen Entwicklungstypus zeigen, der bei andern Uredineen ein erbliches Speziesmerkmal darstellt. Man geht daher wohl nicht fehl, wenn man sich auch für diese letzteren Uredineen den verkürzten Entwicklungsgang durch direkte Bewirkung von Seiten äusserer Einflüsse entstanden denkt. Ob dabei die Verkürzung nur in einer Verminderung der Zahl der Uredogenerationen (wie bei den alpinen Weidenmelampsoren) besteht, oder in einem vollständigen Wegfall derselben, dürfte für die gegebene Erklärung keinen Unterschied ausmachen.

Man muss sich aber natürlich hier vor falschen Verallgemeinerungen hüten. Es brauchen bei der Entstehung verkürzter Entwicklungsgänge durchaus nicht immer die gleichen Faktoren in Betracht zu kommen. Man kennt z. B. Uredineen,

denen Aecidien und Uredoform fehlen, auch ausserhalb der Alpenregion: Es leben verschiedene *Mikro*-Formen in wärmeren Gebieten auf Frühlingspflanzen mit rasch vergänglichen Blättern, hier kommen gewiss ganz andere klimatische Faktoren in Betracht als im Gebirge. Was ferner die *Lepto*-Formen, also jene Arten anbelangt, bei denen ausser Basidiosporen nur Teleutosporen vorkommen, die sofort nach ihrer Reifung keimen und sich daher im Verlaufe einer Vegetationsperiode in mehreren Generationen wiederholen können, so sind sie vermutlich als eine Anpassung an feuchte Klimate anzusehen.

Aber noch nach einer andern Richtung müssen wir bei unsern Schlussfolgerungen eine Einschränkung anbringen. Wir haben soeben die Verkürzung des Entwicklungsganges als eine Anpassungserscheinung bezeichnet, und unsere Untersuchung führte uns dazu, die Entstehung dieser Anpassung direkt der Einwirkung des Milieu zuzuschreiben. Mit andern Worten: Wir werden zur Theorie der direkten Anpassung, zum Neo-Lamarkismus geführt. Demgegenüber macht nun aber Detto in seiner Kritik dieser Theorie[1]) für Fälle, die dem unsrigen analog sind, einen Einwand, dem die Berechtigung nicht ganz abgesprochen werden kann. Auf die oben erörterten Verhältnisse übertragen, handelt es sich bei demselben um folgendes: Die von uns dargelegten Anschauungen setzen, wie wir gesehen haben, voraus, dass die ursprünglichen Uredineen, von welchen wir die heutigen *Mikro-*, *-opsis*, *Brachy*formen etc. ableiten, eine gewisse Plastizität besessen haben und heute noch besitzen, welche sie dazu befähigte bezw. heute noch befähigt, unter Einwirkung äusserer Verhältnisse ihren Entwicklungsgang zu vereinfachen. Nach Detto ist nun, genau genommen, die Anpassungserscheinung nicht in der Verkürzung der Entwicklung zu suchen, sondern vielmehr eben in dieser Plastizität; und in den Fällen, wo die Verkürzung des Entwicklungsganges Speziesmerkmal geworden ist, würde es sich nur um «Fixierung eines Regulationseffektes durch Verlust anderer Einstellungen»[2]) handeln. Wenn man die

[1]) Die Theorie der direkten Anpassung und ihre Bedeutung für das Anpassungs- und Deszendenzproblem. Jena 1904.

[2]) Detto l. c. p. 188.

Sache so betrachtet, so bleibt natürlich die eigentliche Anpassungserscheinung durch unsere Erwägungen unberührt und unerklärt.

Endlich soll auch durch unsere Erörterungen nicht gesagt sein, dass nun alle bei den Uredineen vorkommenden Modifikationen des Entwicklungsganges Anpassungserscheinungen sein müssen. Es ist vielmehr gar nicht ausgeschlossen, dass es auch solche gibt, die zum Milieu in keiner Beziehung stehen.

Sei dem aber wie ihm wolle, so bieten die besprochenen Erscheinungen — trotz aller Einschränkungen und trotz aller Lücken und Unvollständigkeiten unserer Beweisführung — ein Interesse, weil sie uns zeigen, dass eine Spaltung von ursprünglich einheitlichen Spezies durch direkte Einwirkung äusserer Faktoren zustande kommen kann. Und wenn auch diesen Erscheinungen in deszendenztheoretischer Hinsicht vielleicht keine grosse Tragweite zukommen sollte, so liefern sie doch einen kleinen Beitrag zur Frage nach der Entstehung neuer Formen im Pflanzenreiche.

Th. Studer.

Schädel eines Hundes aus einer prähistorischen Wohnstätte der Hallstattzeit bei Karlstein, Amtsgericht Reichenhall.

(Mit 2 Lichtdrucktafeln).

Aus vorhistorischen Ablagerungen waren bis jetzt nur wenige Formen des Haushundes bekannt, die aber immerhin zeigten, dass die Rassenbildung beim Haushunde schon in sehr früher Zeit begonnen hat und teils durch Züchtung von Urrassen, teils durch Kreuzungen mit anderen Arten, z. B. Wölfen, zu Stande kam. In der paläolitischen Zeit treffen wir bereits eine Hundeform, welche vielleicht als freiwilliger Begleiter dem paläolitischen Jäger folgt. *Canis Poutjatini* Studer. Dieser Hund zeigt die Charaktere des *Canis familiaris* L., sein Schädelbau weist aber primitive Merkmale auf, die ihn in nächste Beziehung zu dem wilden und halbwilden Hund Australiens, dem Dingo, setzen. Die Grösse beider und die Verhältnisse des Schädelbaues sind übereinstimmend. Gehen wir von diesem paläolitischen Hunde aus, so können wir nach dem Schädelbau direkt ableiten einenteils den Schäferhund, der uns bereits in der Bronzezeit in der Form des heutigen Chien de berger von Frankreich, namentlich von Brie, und der des deutschen Schäferhundes entgegentritt, nachdem sich Übergangsformen in der Steinzeit der Pfahlbauten gezeigt haben; andererseits führt er über zu den Jagdhunden, die wir in der Bronzezeit im *Canis intermedius* Woldr. schon in einer dem Laufhund zunächst stehenden Rasse antreffen; auch hier sind die Übergangsformen bereits in der Steinzeit der Pfahlbauten zu finden. Als eine Urrasse dürfen wir endlich den kleinen spitzerartigen Hund der Pfahlbauten der Steinzeit, *Canis fam. palustris*, betrachten, welcher in der neolitischen Zeit eine ungemein weite Verbreitung besass und den wir

als Stammform für die Spitzer und Pinscher betrachten dürfen In der jüngeren neolitischen Zeit, wo bereits Metalle in der Form von Kupfer verwendet werden, sehen wir, dass sich die Umwandlung nach den zwei Richtungen vollzieht, und wir können in einzelnen Schädeln aus der Kupferzeit bereits den Typus de heutigen Spitzer und Terriers erkennen. Im Bulletin de l. Société préhistorique de France vom Juli 1906 beschreibt E. Hue den Schädel einer neuen Hundeform aus den neolitischen Pfahlbauten von Clairvaux, Jura, *Canis le Mirei*. Hue. Derselbe unterscheidet sich von anderen prähistorischen Canidenschädeln durch die sehr hohe, konvexe Stirne, die hohen und breiten Jochbogen, den abfallenden Nasenrücken, verlängerten schmalen Gaumenteil. Die Länge des Schädels beträgt 158 mm. Aus den Pfahlbauten von Lüscherz und von Lattrigen, jüngere Steinzeit der Pfahlbauten, besitze ich Schädel, die genau in den Rahmen des *Canis le Mirei* fallen. Nach den Untersuchungen von Hue möchte ich sie weniger als hochgezüchtete Formen von *C. palustris*, eher für Kreuzungsprodukte von C. palustris mit *C. matris optimæ* halten. Die Sache verdient noch eine Nachprüfung, denn es finden sich aus jener Zeit auch Schädel, welche diese Form direkt mit *C. palustris* verbinden. Reste grosser Hunderassen, wie wir sie heute in den Doggen, den Bernhardinern u. a. vertreten haben, sind in prähistorischen Ablagerungen noch sehr selten. Aus neolitischen Ablagerungen am Ladogasee beschrieb Anutschin den Schädel eines grossen Hundes als *C. Inostranzewi*, einen ähnlichen Typus erhielt ich aus einem jungneolitischen Pfahlbau des Neuenburgersees. Anutschin fand für seinen Typus die nächste Verwandtschaft mit dem sibirischen Schlittenhund, dem Laika, während der Hund des Pfahlbaues von Font am meisten mit dem Labradorhund übereinstimmte; beide sind also nächste Verwandte der heutigen Polarhunde, und zwar der grossen Rassen derselben, während ihre kleineren Formen, die Schlittenhunde von Kamtschatka, Alaska, Nowaja Semblia, der Urform des *Canis Poutjatini* noch sehr nahe stehen. Endlich fand sich in dem jungsteinzeitlichen Pfahlbau von Bodman am Bodensee der Schädel eines grösseren Hundes, den ich *Canis Leineri* benannte und der in seinem Bau die grösste Übereinstimmung mit dem schottischen Deerhound zeigte. Somit

finden wir in prähistorischer Zeit Europas, Steinzeit bis Bronze. folgende Rassen bereits fixiert:

Spitz, Pinscher, Schäferhund, Laufhund, Deerhound, Laika und Labradorhund. Der eigentliche Doggentypus war bis jetzt erst aus der Eisenzeit bekannt. Ich war daher sehr erfreut durch die freundliche Vermittlung des Vorsitzenden des historischen Vereins in Reichenhall, Herrn Forstmeister J. Strehle, den Schädel eines Hundes untersuchen zu können, der aus einer Wohnstätte aus der frühen Hallstattzeit bei Karlstein, Bezirksamt Berchtesgaden, Amtsgericht Reichenhall gefunden wurde. (*Siehe den Bericht von Herrn Oberamtsrichter Weber im Heft 6 der Altbayrischen Monatsschrift des histor Vereins von Oberbayern.*) Von dem Hunde lagen ein etwas defekter Schädel, sowie ein Hals- und drei Lendenwirbel vor.

Schädel: Mit Ausnahme der Jochbogen ist der Hirnteil vollkommen erhalten, von dem Gesichtsteil liess sich nur der linke Oberkiefer nebst dem aufsteigenden Teil des Gaumenbeins in Zusammenhang mit dem Hirnschädel bringen. Der rechte Oberkiefer nebst einem Teil des Gaumenfortsatzes konnte nur durch Gipsmasse mit dem erhaltenen Schädelteil verbunden werden. Nasenbeine und Zwischenkiefer fehlen, ebenso ist der hintere Teil des knöchernen Gaumens zerstört.

Die Knochen des Schädels sind gelblich, vollkommen fest. ohne Verwitterungsspuren. Kleben an der Zunge zeigt. dass bereits ziemlich viel Knochenlein zerstört ist.

Der Schädel gehört einem Hunde von der Grösse einer mittelgrossen Dogge mit circa 65—70 cm. Schulterhöhe. Der Hirnschädel erscheint gestreckt und schmal, in der Parietalregion etwas gewölbt, aber enger als in der Schläfengegend, in der Schläfenenge eingeschnürt, von da sich zu einer breiten Stirnregion ausdehnend, die in der Medianlinie wenig eingesenkt, sonst flach erscheint und sich über den Augenhöhlen wenig verengert, so dass, von oben gesehen, der Schnauzenansatz sehr breit ist. die Oberaugenfortsätze sind dick und stark abwärts gebogen. Die Crista parietalis, die mässig entwickelt ist, teilt sich vom Hinterrand der Stirnbeine in die beiden Schläfenleisten, welche das Planum frontale nach hinten begrenzen und sich bis zur Spitze der Oberaugenfortsätze ausdehnen. Das Planum frontale erstreckt

sich so in einem dreieckigen Raum bis zur Coronalnaht. Nach hinten zieht sich die Scheitelcrista in den Hinterhaupthöcker aus, der weit nach hinten ausgezogen ist, so dass er die Ebene des Foramen magnum um ein ziemliches überragt. Im Profil erscheint die Stirn von der Coronalnaht aus nach vorn und abwärts gewölbt, auch die Parietallinie senkt sich von diesem Punkt an nach hinten. Das Hinterhauptdreieck ist hoch, das Verhältnis seiner Höhe zur Breite beträgt 73,5 : 100, die Seitenleisten sind scharf ausgeprägt, ebenso die Gruben für die Muskelansätze. Vom oberen Rand des Foramen magnum zum Hinterhauptshöcker zieht ein scharfer Kiel, der die Fläche des Dreiecks in zwei seitliche vertiefte Hälften teilt.

Masse.

	Hund von Karlstein	Hund aus Römerzeit Burgdorf	Hund aus Römerzeit Burgdorf	Bernischer Küherhund	
	mm	mm	mm	mm	
Basicranialaxe. Vord. Rd. d. for. m. bis Sphenoidsutur	52	52	52	55	56
Basallänge. Vord. Rd. d. for. m. bis Gnathion	—	175,5	—	192,5	200
Basifacialaxe. Sphenoidsutur — Gnathion . . .	—	123,5	—	137,5	144
Hirnhöhlenlänge. Ob. Rd d. for. magn. — Nasenwurzel	110	109	113	113	120
Gesichtslänge. Nasenwurzel bis Gnathion	—	97	—	104	112
For. magn. bis Gaumenausschnitt	—	76	80	87	91
Hinterhauptshöcker bis Nasenwurzel	117	113	112	116	122
Schädelhöhe ohne Crista .	65	64	60	63	64
Höhe d. Hinterhauptdreieck vom u. Rd. des for. m. .	56	53	51	52	57
Basis d. Hinterhauptdreiecks	75	71	66	75	78
Höhe des foramen magnum .	21	—	18	17	18
Breite des foramen magnum	22	21	21	21	22
Breite des Hirnschädels in der Parietalregion . .	61	64	61	60	62

	Hund von Karlstein	Hund aus Römerzeit Burgdorf	Hund aus Römerzeit Burgdorf	Bernischer Küherhund	
	mm	mm	mm	mm	
Breite üb. d. Gehöröffnungen am Ursprung d. Schläfenbeinfortsatzes	76	74	75	71	79
Distanz der Gehöröffnungen	67	65	60	69	75
Schläfenenge	46	47	45	41	40
Breite der Stirn. Distanz d. Proc. supraorb.	64	—	60	61	62
Kleinste Breite zwischen d. Augenhöhlen	43	41	41	45	46
Länge d. Planum frontale von Nasenwurzel — Coronaln.	56	—	56	52	53
Gaumenbreite innerhalb Hinterhöcker d. Reissz.	52	53	55	53	61
Breite ausserhalb d. Hinterhöckers d. Reisszahnes .	69	69	73	70	77
Breite v. d. dritten Prämolar	37	42		39	44
Länge der Backzahnreihe .	68	66	73	67	71
Länge des Reisszahnes . .	19	19	20	19	19
Länge der beiden Molaren	20	20	22	20	20
Länge des Reisszahns zur Backzahnlänge	27,9 : 100	28,8 : 100	27.4 : 100	28,3,	25,3 : 100
Länge des Reisszahns zur Länge der Molaren . . .	95 : 100	95 : 100	90,9 : 100	95,	95 : 100
Höhe d. Hinterhauptdreiecks zur Basis	73,3 : 100	74,6 : 100	77,2 : 100	71,2,	73,1 : 100
Plan. frontale. Länge z. Breite	87,5 : 100	—	93,3 : 100	85,2.	85,4 : 100
Basicranialaxe z. Hirnhöhlenlänge	47,2 : 100	47,7 : 100	46,1 : 100	48,6.	46,6 : 100
Basicranialaxe z. Basifacialaxe	—	42,1 : 100	—	—	
Gaumenbreit. z. Gesamtlänge	—	30,2 : 100	—	—	
Schädelhöhe z. Gesamtlänge	—	36,4 : 100	—	—	
Gesichtshöhe z. Gesamtlänge	—	35,6 : 100	—	—	

Am Gesichtschädel ist der Gaumen in der Gegend des Reisszahnes sehr breit und verschmälert sich rasch nach vorn vor dem dritten Prämolar, dessen Alveolen in einem stumpfen Winkel die des Reisszahnes schneiden. Von den Zähnen sind

nur die stark abgekauten Reisszähne und der Mol. 2. der linken Seite erhalten. Der Reisszahn ist nicht sehr stark, kürzer als die Alveolen der beiden Molaren zusammengerechnet. Die Alveolen der Backzahnreihe stehen dicht hintereinander, so dass das Gebiss einen gedrungenen Habitus zeigt; dagegen war der vorderste Prämolar durch eine kurze Lücke von dem Eckzahn getrennt, hinter dessen Alveolarrand der Kiefer abgebrochen ist.

Soweit sich aus dem defekten Gesichtsteil erkennen lässt, war derselbe von der Stirn nicht scharf abgesetzt, es ging vielmehr die Stirnfläche ohne Absatz auf den Nasenrücken über, ferner war der vertikale Teil des Oberkiefers niedrig, die Schnauze daher platt und die Nase niedrig.

Vergleichen wir die Schädelmasse und die Form des Hirnschädels mit solchen rezenter und historischer Typen, die uns auch nach der äusseren Erscheinung bekannt sind, so finden wir sie im allgemeinen wieder bei dem rezenten Doggentypus, wenn wir diesen soweit fassen, dass wir darunter alle schweren grossen Hunde begreifen, die man als Doggen, Küherhunde, Bernhardiner, Neufundländer, Pyrenäenhunde, russische Schäferhunde, Commodor etc. bezeichnet. Bei allen findet sich eine übereinstimmende Form des Hirnschädels, derselbe ist relativ lang, in der Schläfenregion stark eingeschnürt, gegen die Stirn verbreitert, die Stirn ist meist flach, das planum frontale gross und breiter, als lang, entweder direkt ohne Absatz sich auf den Nasenrücken fortsetzend oder erst mit einer Einsenkung auf den Gesichtsteil übergehend. Ersteres ist der Fall bei den sog. Deutschen Doggen, dem Pyrenäenhund, letzteres beim Commodor, den ungarischen und russischen Schäferhunden, bei Bullenbeissern. Gewöhnlich ist die Crista parietalis, die an der Coronalnaht beginnt, stark entwickelt und der Hinterhaupthöcker stark nach hinten ausgezogen, der Schädel ist immer in der Gegend des Jochfortsatzansatzes breiter als in der der Parietalhöcker. In extremen Fällen ist die Parietalgegend so wenig gewölbt, dass der Schädel von der Crista an dachförmig nach dem Jochbogenansatz abfällt. Der Gesichtschädel zeigt immer einen breiten Ansatz an den Hirnschädel und ist stets kürzer, als die Hirnpartie, dadurch wird der Gaumen in der Gegend des Reisszahnes sehr breit und verschmälert sich erst vor dem dritten Prämolar in grösserem oder

geringerem Masse. Das Gebiss erscheint gewöhnlich gedrungen, die Zahnalveolen dicht aneinanderstehend; gewöhnlich steht infolge der plötzlichen Verengerung der vorderen Gaumenpartie der dritte Prämolar in einem stumpfen Winkel zum Reisszahn. Dieser ist meist kürzer, als die beiden Molaren zusammengenommen. Bei den Bulldoggen kann eine starke Verkürzung der Kiefer dazu führen, dass die Backzähne koulissenartig zusammengeschoben werden. In unserem vorliegenden Falle sehen wir Doggencharaktere in allen Verhältnissen ausgeprägt, nur erreicht der Schädel nicht die bedeutenden Dimensionen, welche derjenige der deutschen Dogge gegenwärtig besitzt, wo die Masse 208 - 210 und mehr mm. erreichen. Andrerseits gleicht unser Schädel auch dem der Küherhunde des schweizerischen Mittellandes, so dem bernischen Küherhund, der nur wenig grössere Dimensionen besitzt, aber sich wahrscheinlich auf eine andere ältere Urform zurückführen lässt. Am nächsten verwandt ist aber der Schädeltypus zwei Schädeln, welche mir aus einer römischen Niederlassung bei Burgdorf vorliegen. Die Grössenverhältnisse stimmen bei ihnen überein, die Basikranialaxe zeigt dieselbe Ausdehnung. Bei dem einen römischen Hunde ist der Gesichtsteil vollkommen erhalten, und wir können aus ihm die fehlenden Partien des Karlsteiner Schädels ergänzen. Bei dem römischen Hund ist nur die Schädelhöhle weiter, die Crista parietalis niedriger und daher auch der Hinterhauptshöcker weniger nach hinten ausgezogen. Es handelt sich hier um einen doggenartigen Hund von mittlerer Grösse, der schon in der Bronzezeit im Alpengebiet vorkam und sich bis in die Römerzeit, wahrscheinlich noch viel länger erhalten hat. Es zeigt uns dieses, dass doggenartige Hunde diesseits der Alpen nicht erst in späterer historischer Zeit eingeführt wurden, wie vielfach noch behauptet wird, sondern, dass sie autochton schon in prähistorischer Zeit vorhanden waren. Welche äussere Gestalt das Tier hatte, ist schwer anzugeben, ob es kurz oder langhaarig war, stehohrig oder hängohrig, lässt sich auch vermutungsweise nicht mit Sicherheit bestimmen. Schon bei anderer Gelegenheit konnte ich zeigen, wie der Haus- und Küherhund des bernischen Mittellandes sich auf Rassen der Römerzeit und schliesslich der Hallstatt- oder Bronzezeit zurückführen lässt.

So finden wir bis jetzt verschiedene grosse Hundeformen in prähistorischer Zeit, am Ende der Steinzeit und in der Bronzezeit nördlich der Alpen vertreten. In der jüngeren Steinzeit im Osten den *Canis Inostranzevi*, der die grosse Laikaform repräsentiert, im Westen einen Hund, der mit den Labradorschlittenhunden nahezu übereinstimmt, in der Bronzezeit einen Hund, der den schweizerischen Küherhunden nahesteht und nun im Salzburgischen eine mittelgrosse Dogge. Woher stammen diese grossen Hunde? Wenn wir grosse Doggenschädel mit solchen von Wölfen vergleichen, so können wir vielfach eine grosse Ähnlichkeit beider konstatieren, und erst genaue Messungen zeigen uns durchgreifende Unterschiede. So finden wir beim Wolfe stets die Gesichtsschädellänge grösser, als die des Hirnschädels, während bei der Dogge das umgekehrte der Fall ist; die Schädelkapsel ist in der Regel enger, der Schnauzenteil weniger breit angesetzt und nach vorn mehr zugespitzt. Die Augenebene steht schräg gegenüber der fast senkrechten beim Hunde. In dem kräftigen Gebiss ist der obere Reisszahn in der Regel länger, als die beiden Molaren zusammengenommen, während beim Hund das umgekehrte der Fall ist. Die Stirnhöhlen sind beim Hunde mehr aufgetrieben und der Schädel höher. Vergleichen wir nun Schädel von Bastarden, von Wolf und einer primitiven Haushundrasse, z. B. Schäferhund, so sehen wir, dass die Verhältnisse sich allmälich im Sinne der Charaktere des Doggentypus umgestalten. Der Gesichtsteil des Schädels verkürzt sich, der Schnauzenansatz wird breiter, die Stirngegend mehr erhöht und breiter, der Reisszahn im Oberkiefer wird schwächer, er erreicht nur noch die Länge der beiden Molaren oder bleibt noch hinter derselben zurück, nur die Augenebene bleibt gewöhnlich noch schräg gestellt.

Bei einer wiederholten Kreuzung des Bastardes mit dem Hunde tritt der Doggentypus so in den Vordergrund, dass der Schädel von dem einer typischen Dogge sich eigentlich nur noch durch die mehr zugespitzte und oft etwas längere Schnauze unterscheidet.

Zur Illustration dieser Verhältnisse folgen hier einige Vergleichsmasse, die zeigen, dass schon eine zweite Kreuzung des Wolfsbastardes mit Hunden zu dem Doggentypus führt.

Verhältnis des Hirnschädels = 100 zu Gesichtsschädel.

Wolf	100 : 103,3
Bastard 1. Kreuzung	100 : 94,9
Bastard 2. Kreuzung	100 : 87,5
Schwere deutsche Dogge	100 : 92
Römische Dogge	100 : 88,4 (S. die vorsteh. Tabelle)

Basikranialaxe zu Basifazialaxe.

Wolf	38,7 : 100
Bastard 1. Kreuzung	39,9 : 100
Bastard 2. Kreuzung	42,1 : 100
Deutsche Dogge	40 : 100
Römische Dogge	42,1 : 100

Schädelbreite zu Basallänge.

Wolf	26,6 : 100
Bastard 1. Kreuzung	31,5 : 100
Bastard 2. Kreuzung	31,2 : 100
Deutsche Dogge	31,2 : 100
Römische Dogge	36,5 : 100

Schädelhöhe zu Basallänge.

Wolf	26,6 : 100
Bastard 1. Kreuzung	30,3 : 100
Bastard 2. Kreuzung	31,2 : 100
Deutsche Dogge	32,6 : 100
Römische Dogge	36,4 : 100

Gesichtshöhe zu Basallänge.

Wolf	29,7
Bastard 1. Kreuzung	30,9
Bastard 2. Kreuzung	31,2
Deutsche Dogge	31,3
Römische Dogge	35,6

Gaumenbreite zu Basallänge.

Wolf	27,8 : 100
Bastard 1. Kreuzung	27,8 : 100
Bastard 2. Kreuzung	30,2 : 100
Deutsche Dogge	31,2 : 100
Römische Dogge	30,2 : 100

Schnauzenlänge zu Basallänge.
(Vom Vorderrand d. Orbita zu Gnathion)

Wolf	50,8 : 100
Bastard 1. Kreuzung	49,7 : 100
Bastard 2. Kreuzung	48,5 : 100
Deutsche Dogge	49 : 100
Römische Dogge	47,9 : 100

Auffallend ist hier, dass die deutsche Dogge in einzelnen Verhältnissen näher dem Bastard 1. Kreuzung, als demjenigen zweiter Kreuzung steht.

Der Bastard erster Kreuzung ist durch Vermischung von Schäferhund und Wolf entstanden, zwei Bastarde zweiter Kreuzung stammen aus dem Berliner zoologischen Garten, der Vater, ein Bastard, wurde in einem wilden Geheck gefunden und wurde mit einer dunkelgestromten Doggenhündin gekreuzt.

Dass Kreuzungsprodukte von Wölfen und Haushunden sich zu doggenartigen Formen entwickeln, dürfte aus dem Vorhergesagten hervorgehen, es können aber aber auf diesem Wege noch andere Rassen sich ausbilden. Ich besitze den Schädel eines Bastardes von Wolf und russischem Schäferhund, der durch seine gestreckte Form den Schädel des Deerhounds vorbereitet, von dem wir Spuren schon in der jüngeren Steinzeit der Pfahlbauten antreffen. (S. meine Abh. über den deutschen Schäferhund, Mitteilung der Naturf. Gesellsch. Bern 1903).

Wie kamen nun solche verschiedene Rassen aus Kreuzung nur zweier Species zustande? Erstens dadurch, dass die Wölfe selbst eine ausserordentlich variable Tierspecies darstellen. Wenn wir eine grössere Anzahl von Wolfschädeln vergleichen, so können wir schon in der Grösse bedeutende Unterschiede finden, dann aber auch in der Struktur des Schädels. Hier lassen sich besonders zwei Typen unterscheiden: die kleineren flachstirnigen Formen, bei denen die platte Stirn sich ohne Absatz auf den Nasenrücken fortsetzt und die hochstirnigen, bei denen die Stirn erhoben und in der Medianlinie eingefurcht ist, wo ferner der Gesichtsteil des Schädels sich deutlich von der Stirn durch eine Einsenkung absetzt; daneben fehlt es nicht an Zwischenformen. Die flachstirnigen Formen scheinen mehr den Steppengebieten anzugehören, ferner den wärmeren Gegenden, die indischen

Wölfe z. B. gehören alle den flachstirnigen Formen. Beide Varietäten existierten bereits in der paläolitischen Zeit. In den Höhlen von Mentone, wo sich Ablagerungen von der Epoque moustérienne bis zum Magdalénien vorfinden, zeigen sich beide Formen in verschiedenen Niveaus, die flachstirnigen Formen in einem älteren, als die hochstirnigen.

Von Hunden kennen wir in der paläolitischen Zeit den *Canis Poutjatini* Stud., eine Hundeform von der Grösse eines deutschen Schäferhundes. Der Schädel hat alle Charaktere eines *Canis familiaris* L., die Länge des Hirnteiles übertrifft die des Gesichtschädels, die Stirn ist gewölbt mit grossem Stirnsinus, die Augenebene ist nicht so schräg gestellt, wie bei dem Wolfe. Die Länge des Reisszahns im Oberkiefer übertrifft nicht die Länge der Molaren. Gegenüber den meisten heutigen Rassen ist die Schädelkapsel noch weniger ausgedehnt, niedrig, die Crista parietalis sehr stark entwickelt, trotzdem der Schädel in der Parietalgegend gewölbt ist. Dieser Hund zeigt sehr nahe Beziehungen zu dem halbwilden Hund Australiens, dem *Canis dingo*, dessen Vorkommen oder wenigstens das einer sehr nahe verwandten Form, *Canis Tenggerianus* in Java konstatiert ist. Auffallend nahe Verwandschaft damit lässt sich auch am Schädel der Polarhunde, der Schlittenhunde von Nowaja Semlia, Alaska etc. konstatieren, mit deren Äusserem auch der Hund von Tengger grosse Ähnlichkeit zeigt. Diese Hunde alle zeigen Schädellängen von 168—170 mm. und entsprechen Hunden von ca. 55—60 cm. Schulterhöhe. Der paläolitische Hund lebte wahrscheinlich wild und schloss sich als Commensual an den Menschen, dem er auf seinen Jagdstreifereien folgte, bis er demselben untertan wurde. Dieser Hund konnte zunächst Kreuzungen mit Wölfen eingehen als deren Produkt die grossen Laikis Sibiriens, die grossen Schlittenhunde Labradors u. a. hervorgingen. Solche sehen wir denn auch bereits in der neolitischen Zeit im *Canis Inostranzewi* am Ladogasee und im Hunde aus dem Pfahlbau von Font am Neuenburgersee auftreten; aus einer Kreuzung mir einem flachstirnigen Wolf dürfte die ebenfalls neolitische Urform des Deerhounds, der *Canis Leineri* Stud. hervorgegangen sein. Aus dem *Canis Poutjatini* entwickelte sich einenteils der Schäferhund, andrerseits

die Jagdhundform als deren älteste Vertreter wir bereits in der Bronzezeit den *Canis matris optimæ* Jeitt und *Canis intermedius* Wolfdr. antreffen, die nun wieder Gelegenheit zu direkten Kreuzungen mit Wölfen oder zu weiteren Kreuzungen mit *Canis Inostranzewi* boten, während die kleinen Formen des *Canis fam. palustris* wohl höchstens mit kleineren Kreuzungsprodukten eine Vermischung eingehen konnten. Kreuzungsprodukte der grösseren Rassen neigten immer zur Bildung von Doggenformen, besonders wenn hochstirnige Wölfe an der ersten Kreuzung beteiligt waren; aber obiges zeigt einenteils, wie mannigfach die Einzelrassen ausfallen konnten, je nach der Varietät des Wolfes oder der speziellen Urrasse des Hundes; andrerseits, dass solche alte Doggenformen, wie wir sie bei Karlstein finden, sehr wohl im Alpengebiet entstehen konnten, um hier den Grundstock zu liefern für grosse doggenartige Hunde, die sich, wie wir gesehen haben, in wenig veränderter Form bis zur Römerzeit erhielten und deren Spuren teils rein, teils vermischt mit anderen Formen noch nachzuweisen sein werden.

Aus einer späteren Periode, der La Tène-Zeit, aus Karlstein erhielt ich noch zwei Unterkiefer eines grossen Hundes. Länge von Proc. angul. bis Symphyse 164 mm., was einer Schädellänge von ca. 198 mm. entspricht. Es ist zwar sehr schwierig, aus einem Unterkiefer Schlüsse auf die Rasse des Tieres zu ziehen; immerhin spricht die Schlankheit des horizontalen Kieferastes, die Länge der Zahnreihe, in welcher die Prämolaren durch ziemliche Zwischenräume voneinander getrennt sind, der spitze Winkel, in dem beide Kieferäste zusammentreffen, für einen schlanken Schädel mit langem, schmalem Gesichtsteil. Vermutlich hat man es hier mit Resten des Deerhound zu tun, der nachweislich in der La Tène-Zeit als Jagdhund, namentlich Hirschhund eine grosse Rolle spielte und, wie oben erwähnt, bis in die Kupferzeit hinaufreicht.

Diese Diagnose hat sich seither bestätigt, nachdem ich durch gütige Vermittlung des Vorsitzenden des historischen Vereins von Reichenhall, Herrn Stadtpfarrer Josef Dannegger, auch den Oberschädel des Hundes aus der La Tène-Station erhalten hatte. Dieser Schädel, vollkommen bis auf das Fehlen einiger Zähne erhalten, hat eine Basilarlänge von 198 mm.,

sein Typus stimmt genau mit dem von mir aus dem spätsteinzeitlichen Pfahlbau von Bodman am Überlingersee beschriebenen *Canis f. Leineri* überein. Dieser ist aber nichts anderes, als die Stammform des Irish Wolfsdog und des Scotsch Deerhound, wir treffen den Typus in den prähistorischen Ablagerungen, den Crannogues, von Irland und in etwas schlankerer Form in dem Scotsch Deerhound. Diese Hunde scheinen bei den Galliern als Hetzhunde eine grosse Rolle gespielt zu haben, bildliche Darstellungen finden sich zahlreich auf römischen Denkmälern in gallischen Landen, so in der Schweiz, in Süddeutschland und Frankreich. Noch im Mittelalter sind sie als Parforcehunde weit verbreitet und zum Hetzen der Hirsche, Eber, Wölfe gebraucht; ihre Kreuzung mit Doggen dürfte den schwereren Formen der Eberhunde und Hatzrüden den Ursprung gegeben haben. Es ist daher der Fund eines typischen Schädels dieses Hundes in einer La Tène-Station von grossem Interesse, er gibt den Beleg für die richtige Deutung der bildlichen und plastischen Darstellungen in römisch-gallischen Stationen.

Der Typus des Schädels zeigt mit dem des *C. f. Leineri* überraschende Analogien. Derselbe langgestreckte Hirnschädel mit stark eingeschnürter Schläfenenge, breiter flacher Stirn, die sich nach dem Nasenrücken gleichmässig absenkt. Auch hier ist die Schnauze lang mit wenig breitem Ansatz, der Oberkiefer senkrecht vom Nasenrand zum Alveolarrand des Oberkiefers abfallend. Die Crista parietalis ist auch hier stark entwickelt, doch der Hinterhaupthöcker weniger nach hinten ausgezogen, als das bei *C. f. Leineri* der Fall ist. Die Verhältnisse des Gaumens stimmen bei beiden überein. Nur die Breite des Schädels ist bei dem La Tène-Hund geringer, die Parietalgegend nur wenig gewölbt, überhaupt ist der Schädel schlanker und kleiner.

Einige Verhältniszahlen dürften aber die Übereinstimmung beider Schädel und damit auch der Rasse genügend illustrieren.

	La Tène-Hund	Can. f. Leineri
Schädellänge v. vord. Rand d. for magnum zum vord. Rand d. Schneidez. alveole	198.—	201.—
Basicranialaxe zu Basifacialaxe	39,1 : 100	38,6 : 100

	La Tène-Hund	Can. f. Leineri
Länge des Hirnschädels zu Gesichtsschädel	100 : 94,9	100 : 94,4
Schnauzenlänge zu Gesamtlänge	49,7 : 100	50,2 : 100
Gaumenlänge zu Gesamtlänge	56,5 : 100	55,7 : 100
Gaumenbreite zu Gaumenlänge (Die Gaumenlänge ist in beiden Fällen dieselbe, 112 mm.)	56,5 : 100	55,7 : 100
Gaumenbreite zu Gaumenlänge	43,7 : 100	43,7 : 100
Breite des Oberkieferansatzes zu Gesamtlänge	33,8 : 100	33,8 : 100
Breite der Stirn zu Gesamtlänge	30,3 : 100	31,3 : 100
Schläfenenge zu Gesamtlänge	20,7 : 100	20,9 : 100
Jochbogenbreite zu Gesamtlänge	58,1 : 100	60,7 : 100
Länge der Backzahnreihe zu Gesamtlänge (In beiden Fällen beträgt die Länge der Backzahnreihe 74 mm. Auch die Länge des Reisszahnes ist bei beiden dieselbe.)	37,3 : 100	36,8 : 100
Breite des Hinterhauptdreiecks zu Gesamtlänge	37,4 : 100	39,8 : 100
Breite über den Gehöröffnungen zur Gesamtlänge	43,4 : 100	44,7 : 100

Dass wir es trotz des hohen Alters dieser Rasse auch hier ursprünglich mit einer Wolfskreuzung zu tun haben, hatte ich Gelegenheit bei einem Vergleich des Bastardes von einer Wölfin mit einem russischen Schäferhund mit *Canis f. Leineri* zu zeigen. (S. Über den deutschen Schäferhund. Mitt. d. Naturf. Gesellsch. Bern 1903. p. 12).

Geologische Kartenskizze des Seelandes und Umgebung (Seen und Flüsse vor der Juragewässerkorrektion)

nach V. Gilliéron, Dr. E. Kissling, Dr. L. Rollier u. eigenen Beobachtungen von Dr. F. Nussbaum.

F. Nussbaum.

Ueber die Schotter im Seeland.

(Mit einer Kartenskizze).

I. Einführung.

1. Geographische Lage. In das westschweizerische Molasse-Plateau sind dem Südostfusse des Jura-Gebirges entlang zwei 70 bezw. 100 km lange und 3—7 km breite Täler eingeschnitten, die sich nach Nordosten hin abdachen und sich westlich von Solothurn endgültig vereinigen. Ihre Talsohle ist teils beckenförmig vertieft, teils bildet sie ebene Sumpf- und Weideflächen. Die linksseitige Talniederung birgt den Neuenburger- und den Bielersee, und in der rechten befindet sich der Murtensee mit dem »Grossen Moos«. Der die beiden Niederungen trennende Molassebergrücken ist durch zwei breite Quertäler unterbrochen, sodass wir drei mehr oder weniger isolierte, grössere Erhebungen unterscheiden können, nämlich den Mont Vully, den Jensberg und den Büttenberg. Zu beiden Seiten des Jensbergzuges taucht ein weiterer Molasserücken auf: links der Jolimont und rechts der schmale, niedere Hügel von Walperswil. Das Seeland, wie das Gebiet in der Umgebung der drei Seen heisst, wird zur Rechten um 150—200 m von dem stark durchtalten Molasse-Plateau überragt, das, wie auch die genannten, vereinzelten, grösseren Erhebungen, im Liegenden aus unterer Süsswassermolasse (Mergel und Sandsteine) und im Hangenden aus marinen Schichten (Muschelsandstein) besteht. [1]) In diesem Gebiet finden sich ferner mächtige Quartärbildungen, namentlich eiszeitliche Moränen und Schotter. Solche Schotter bauen zum Teil die Talsohle oder die sie umsäumenden flachen Hügel auf, teils finden sie sich auch auf den Molasseerhebungen des Seelandes und des Plateaus.

2. Literatur. Unter der Literatur über die Quartärbildungen des Seelandes interessieren uns hauptsächlich die Ausführungen von Alph. Favre und von Dr. B. Aeberhardt. Favre

[1]) Vergl. Geol. Karte der Schweiz, Blatt VII nach Bachmann und Kissling.

hat 1883 Schotterterrassen bei Solothurn beschrieben und daraus auf einen ehemaligen grossen See geschlossen, der in der Postglacialzeit von den Endmoränen des Rhonegletschers unterhalb Solothurn gestaut worden sei; dieser See sollte eine Länge von 100 km und ein Niveau von 453,5 m gehabt haben. [1])

Aeberhardt [2]) unterscheidet ältere, z. T. von Moränen der letzten Eiszeit bedeckte Schotter in 680 m bei Meikirch, in 530—550 m bei Wiggiswil, Arch und auf dem Büttenberg, in 460 und 440 m bei Fräschels, Kerzers, Lyss, Busswil, Walperswil und Sutz, ferner jüngere Schotter in der heutigen Talsohle. Er nimmt an, die älteren Schotter seien fluviatilen Ursprungs und als Ablagerungen der Aare, der Saane, der Broye, der Zihl und der Menthue vor der letzten Eiszeit entstanden, ja die in 680 und 530 m gelegenen Schotter schon vor der vorletzten Eiszeit, zeitlich entsprechend etwa den Deckenschottern. In einigen Aufschlüssen beobachtete Aeberhardt vereinzelte Rhonegerölle, so bei Sutz, bei Walperswil, bei Lyss etc.; sie sollen aus der liegenden, von ihm bei Lyss konstatierten älteren Moräne stammen. Nach Aufschlüssen bei Madretsch, wo mächtige Sandlagen von Moräne bedeckt sind, habe der von A. Favre angedeutete See von Solothurn vor der letzten Eiszeit existiert.

Zum Zwecke der Feststellung der Rückzugsphasen des Rhonegletschers habe ich 1905 und 1906 das Seeland wiederholt besucht und in meiner Arbeit über »Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes« [3]) p. 36 angedeutet, diese älteren Schotter seien fluvioglacialen Ursprungs. In dieser Annahme wurde ich auch durch Beobachtungeu bestärkt, die ich im Sommer 1907 machte; sie sollen hier kurz besprochen werden, wobei es sich durchaus um keine erschöpfende Darstellung handeln kann, denn noch harren viele Aufschlüsse der Untersuchung.

Bei der Besprechung seien zuerst die auf den Molasseanhöhen des Plateaus und des Seelandes abgelagerten Schotter angeführt; sie sind offenbar die ältesten; dann folgen die zu

[1]) Archives des Sc. phys. et nat. t. X 1883 p. 601: Sur l'ancien Lac de Soleure par M. Alph. Favre.

[2]) Archives des Sc. phys. et nat. XVI 1903 p. 71—84 und 213–227: Note sur le quaternaire du Seeland par Dr. B. Aeberhardt Bienne.

[3]) Jahresb. der Geog. Ges. Bern XX 1906.

beiden Seiten des Seelandes in 440—480 m liegenden älteren »Seelandschotter« und zum Schluss die jüngeren: nämlich jungglaciale und postglaciale Schuttbildungen in der Talsohle.

Die genaueren Ortsangaben beziehen sich auf die Bezeichnungen des Topograph. Atlasses der Schweiz in 1:25000; siehe Blätter 122—126, 128, 135—142, 144, 312—317.

II. Beobachtungen.

1. Schotter auf den Molasse-Anhöhen. Das höchste Vorkommen befindet sich in 680 m bei Meikirch im Leehubel, Pt. 691, am Südostabhange des Frienisberges. Dieser Schotter wurde schon von Bachmann und Baltzer beschrieben [1]; er bildet, wie auch Baltzer darstellt, eine pilzförmig vorspringende, etwa 12 m hohe Masse, in deren Südseite infolge Kies-Ausbeutung eine grosse Höhlung entstanden ist. Die deutlichen Schichten fallen grösstenteils stark nach Westen; sie enthalten hauptsächlich faustgrosse Gerölle, dazu aber auch zahlreiche über kopfgrosse bis 50 cm lange, nur kantengerundete Blöcke, auch eckige grössere Molassebrocken. Die Höhlung ist durch weniger stark verfestigte Schichten bedingt, in welchen eigentümliche Nester von sandigschlammiger Grundmoräne vorkommen, in denen ich zahlreiche glänzend polierte und gekritzte Geschiebe fand. Schon Bachmann spricht von »lehmigen Zwischenlagen«. [1]) Die Gerölle des starkverfestigten Schotters sind hauptsächlich Alpenkalk, bunte Nagelfluh und Flysch, z. B. Niesenbreccie; dazu sind häufig Glimmerschiefer, Gneiss, Protogin und Gasterngranit. In den letzten Jahren wurde nun auch vor der Höhlung 2—3 m tiefer hinab Kies ausgebeutet; unter den Schotterlagen traten dabei bis 2 m^3 grosse Blöcke von Granit, Gneiss, Alpenkalk und Molasse auf. Es ist anzunehmen, dass diese Blöcke der Moräne eines eiszeitlichen Gletschers angehören; ebenso muss die Schotterbildung fluvioglacialen Schmelzwässern zugeschrieben werden, die in der Nähe des Gletschers einen Stausee bildeten [2]), in

[1]) Vergl. Text p. 86 und Fig. 24 bei A. Baltzer: Der diluviale Aargletscher etc. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz XXX. Lief. Bern 1896.

[2]) wie dies auch Baltzer annimmt a. a. O. p. 87.

welchem durch schwimmendes Eis auch Grundmoräne abgelagert wurde. Da sämtliches Material dem Aaregebiet entstammt, so ist die Verfrachtung dem Aaregletscher zuzuschreiben. Aber es tritt auch Rhonematerial auf, nämlich in Form von typischer, 1 m mächtiger Grundmoräne, die diskordant vor der Höhlung den Schottern aufliegt; ich fand in der Moräne Serpentin, Euphotid und Verrucano. Sie wurde offenbar in der letzten Eiszeit abgelagert. Der Schotter ist also älter als die Würm-Eiszeit; damit stimmt auch die nicht nur an der Oberfläche vorhandene, sondern die ganze Masse durchsetzende Verfestigung überein. Allein die Urgesteine scheinen mir noch auffallend frisch, sodass es nicht erlaubt sein dürfte, diese Bildung zeitlich dem älteren Deckenschotter gleichzustellen, wie dies Aeberhardt tut (a. a. O. p. 215).

Südöstlich von Meikirch ist in 600 m bei Ortschwaben Aareschotter von 12 m Mächtigkeit aufgeschlossen, der von 5 m mächtiger, fetter Rhonegletschermoräne überlagert wird. Die Gerölle sind grösstenteils faustgross, in unteren Lagen kommen auch kopfgrosse vor; die Urgesteine sind in frischem Zustand und die Lagen verhältnismässig schwach verfestigt.

Nördlich von Meikirch kommen ältere Schotter mit Geröllen aus dem Aaregebiet bei Grächwil und bei Surenhorn vor. Bei Grächwil ist auf Blatt 141 des Top. Atl. im Halenwald in 650 m mit »Err. Bl.« das Ausgehende eines alten Schotters bezeichnet, der noch an anderen Stellen sichtbar ist und von Rhonemoräne überlagert wird. Bei Surenhorn tritt in dem Aufschluss bei Pt. 633 horizontaler, verfestigter Schotter auf, der diskordant von typischer Rhonemoräne bedeckt wird. Aareschotter ist auch im Oberholzwald westlich von Schüpfen in 631 m aufgeschlossen.

Bei Schüpfen zeigt der Aufschluss Pt. 604 oberhalb der Mühle in 570—80 m horizontalgeschichteten, stark verfestigten Aareschotter, der von Rhonemoräne und jüngerem Schotter überlagert wird. In dieser Moräne beobachtete ich gerundete Blöcke bis 1 m Durchmesser von Alpenkalk, Gneiss und von quartärer Nagelfluh. Die 6—8 m mächtige Moräne wird von einem 2—3 m dicken Schotterlager durchsetzt, das zum Teil schiefe Schichtung aufweist und nach Osten hin auskeilt. Wir finden hier also eine Wechsellagernng von jüngerem Schotter

mit Moräne. Das Liegende des älteren Schotters ist Molasse. Solches ist auch der Fall südlich von Schüpfen, wo bei Erdbächli in 610 m sandreicher Schotter aufgeschlossen ist.

Es liegt nahe, diese erwähnten Schotter mit dem ehemaligen Aaregletscher in Beziehung zu bringen, als er zu einer gewissen Zeit unweit Meikirch endete.

Wenden wir uns nun dem Gebiet des Büttenberges und des Bucheggberges zu. Auf dem Büttenberg befindet sich unter der Ruine Pkt. 561 beim Bartholomäushof in ca. 540 m ein grosser Schotteraufschluss, der hauptsächlich Gesteine des Berner-Oberlandes, bunte Nagelfluh und helle Jurakalke enthält.[1]) Offenbar bildet dieser Schotter eine Decke; denn er ist auch auf der Südostseite in gleicher Höhe bei »Graue Fluh« aufgeschlossen; hier fand ich 2 Wallisergerölle. Die Schichtung ist sehr deutlich: sandreiche Lagen mit faustgrossen Geröllen wechseln mit reinen, ganz gewaschenen Geröllen von Nuss- bis Eigrösse ab; dazu treten mehrere Sandschmitze auf.

Aehnlich ist der Schotter beschaffen, der östlich vom Büttenberg auf dem rechten Aarufer bei Arch in zwei Kiesgruben in 530 m aufgeschlossen ist (Pkt. 542). Er enthält ausschliesslich Gerölle aus dem Aaregebiet, wie auch Aeberhardt betonte,[2]) und Jurakalke. Hier wie auf dem Büttenberg ist die Verkittung nur mässig, und die Urgesteine sind ziemlich frisch. Ich möchte diese Schotter ebenfalls mit einer fluvioglacialen Strömung in Verbindung bringen und zwar aus folgenden Gründen: Südlich von Arch finden sich in gleicher Höhe ähnliche Schotter, deren glaciale Entstehung sicher ist, so bei Schnottwil, Zuzwil und Wiggiswil.

Bei Schnottwil liegt in 535 m westlich Pkt. 545 ein undeutlich geschichteter, ganz von feinem Schlamm durchsetzter Schotter unter 4 m mächtiger fetter Grundmoräne. Der 5—6 m hoch aufgeschlossene Schotter enthält nur Gesteine des Berner-Oberlandes, darunter Blöcke von Alpenkalk, Gneiss, Gasterngranit und Protogin bis zu 70 cm Durchmesser und ebenso grosse, eckige Molasseblöcke, während in der Grundmoräne typische Gesteine des Rhonegletschers auftreten. Man würde

[1]) wie auch Aeberhardt beobachtete a. a. O. p. 81.

[2]) a. a. O. p. 82.

auf den ersten Blick den stellenweise verfestigten Schotter für Moräne halten; es fehlen jedoch darin gekritzte Geschiebe. Aber der Schlammgehalt, die undeutliche Schichtung und die grossen Blöcke verraten, dass dieser Schotter unweit vom Ende des ehemaligen Aaregletschers abgelagert worden sein dürfte.

Ein ähnlicher Aufschluss befindet sich südlich von Schnottwil zwischen Wengi und Rapperswil: Bei der Steinfluh liegt in 530 m 6—7 m mächtiger Aareschotter auf Molasse und unter Rhonegletschermoräne. Merkwürdigerweise sind diese beiden Schotter, nämlich der von Schnottwil und der von Wengi, durch das auffallend breit hier einsetzende, ca. 60 m tiefe Limpachtal von einander getrennt.

Südlich von Zuzwil ist beim Buchli, Pkt. 571, wohlgeschichteter, 5 m mächtiger Aareschotter aufgeschlossen, der von sehr sandiger Rhonemoräne bedeckt ist. Die oberen, teils sandigen, teils ganz gewaschenen Schotterlagen mit kleineren Geröllen gehen nach unten allmählich in geschotterte Moräne über, in der viele kopfgrosse und vereinzelte 60 cm lange, eckige oder gescheuerte Blöcke neben zahlreichen kleineren, gekritzten Geschieben in Schlamm gebettet vorkommen. Auch diese Geschiebe stammen aus dem Aaregebiet.

2 km südlich von Pkt. 571 treffen wir bei Wiggiswil einen fast 20 m hohen Schotteraufschluss, wo in 550 m eine etwa 1 m mächtige Moräne mit gekritzten Geschieben auf Molasse liegt und nach oben in Schotter übergeht. Dieser enthält stellenweise gut gewaschene Partien mit Ueberguss-Schichtung, teils stecken die Gerölle in festem Schlamm, teils in Sand; die Gerölle sind grösstenteils faust—halbkopfgross; es kommen auch zahlreiche 50—80 cm lange Blöcke vor, und sämtliches Material entstammt dem Berner Oberland; Rhonegesteine fehlen vollständig. Beim Altweg, westlich unweit Wiggiswil, tritt solcher Schotter in 550 m unter typischer Moräne auf, und in der Umgebung von Wiggiswil kehrt dieses Profil noch an vielen Orten wieder, so bei Jegenstorf in 540 m, bei Grafenried in 540 m (Pkt. 542), nördl. Fraubrunnen »Beim Brüggli« in 500 m, im Gumpisbergwald nördl. Zuzwil in 556 m, in 510 m in der Griengrube bei Kernenried (viel bunte Nagelfluh), bei Münchenbuchsee in 580 m auf dem Uedelifeld und am Hirzenfeldhubel in

570 m mit gekritzten Geschieben und endlich bei Zollikofen im Meielenwald in 560 m (P. 566 Lochrüti).

Zudem sind im Rhonegletschergebiet Aareschotter aufgeschlossen, so in Hindelbank bei Pkt. 521 und bei Büren zum Hof in 530 m (Pkt. 537 Scheitelfeld), die wohl älter sind als die in der Umgebung vorhandenen Rhonegletschermoränen und zeitlich mit den oben genannten Schottern übereinstimmen dürften. Im Aufschluss von Pkt. 537 wechseln Lagen von Sand, feinem bis faustgrossem Geröll mit ganz gewaschenem Schotter; dazu sind 50—60 cm lange Blöcke häufig; das Liegende ist Molasse. Alle diese Schotter, in denen gekritzte Geschiebe die glaciale Herkunft beweisen, enthalten Lagen mit sog. diakener Schichtung[1]) d. h. die Gerölle liegen ohne Bindemittel aufeinander, oder glänzende, glatte Gerölle sind mit einer dünnen Rinde weichen, feinen Grundmoränenschlammes überzogen. Auffallenderweise kann man diese diakene Schichtung und solche von Schlamm überzogene Gerölle auch in allen denjenigen Schotter-Aufschlüssen beobachten, in denen gekritzte Geschiebe fehlen.

Meiner Ansicht nach dürften also diese im Rhonegebiet in 500—680 m vorkommenden Aareschotter fluvioglacialen Ursprungs sein.

2. Aeltere Seelandschotter. Im Gegensatz zu den soeben besprochenen Schottern liegen die folgenden Aufschlüsse im Bereich der Niederung, im Mittel 5—20 m über der Talsohle, und in ihrer petrographischen Zusammensetzung sind sie verschieden. Es können zwei langgezogene Serien von Aufschlüssen unterschieden werden, nämlich *a*) dem rechten Talgehänge entlang von Pfauen bis Solothurn und *b*) dem linken Ufer vom »Grossen Moos« und der Aare entlang von Ins ebenfalls bis Solothurn.

a. Am rechten Talgehänge sind ältere Schotter unter Rhonemoräne bei Pfauen, Kerzers, Fräschels, Kallnach, Lyss und Busswil, ferner bei Nennigkofen, Lüsslingen und Neu-Solothurn aufgeschlossen.

Südlich von Pfauen ist der 48 m hohe Hügel von Forêt Rosset (Gipfel 488 m) in Pkt. 444 angeschnitten, und der 12—15 m hohe Aufschluss zeigt in der Mitte zu oberst 3 m sandig schlam-

[1]) Nach Dr J. Elbert: Die Entwicklung des Bodenreliefs von Vorpommern und Rügen etc. im Geog. Jahresb. VIII. Greifswald 1903.

mige Moräne; darunter 5 m Schotter, die nach rechts in Sandbänke übergehen, wie auch solche von 2—3 m Mächtigkeit sich nach links unter dem Schotter hinziehen. Das Liegende bildet in der Mitte ein ziemlich fester, 6—7 m mächtiger Schotter, der rechts in Moräne übergeht, von welcher 2—3 m sichtbar sind. Wir können hier also eine ausgesprochene Wechsellagerung von Moräne und Schottern erkennen. Die Gesteine entstammen dem Molasseland, den Kalkalpen und dem Wallis (Gabbro, Verrucano, Serpentin).

1 km östlich von diesem Punkt liegt im Forêt Mottex unweit P. 454 an der Strasse 1,5 m mächtige Grundmoräne auf geschichtetem Gletscherschutt; es ist ein grober Schotter und verschwemmte Moräne.

Auf dem Hügel le Rondy bei Pfauen ist in 464 m ein kleiner 2—3 m hoher Moränen-Aufschluss, aber 20 Schritte südlich davon beim obersten Haus eine 10—12 m tiefe Schotter-Entblössung. Die Schichten mit ei-faustgrossen Geröllen wechseln mit vielen Sandschmitzen; alle fallen unter 30° südwärts; zu unterst kommen über kopfgrosse Blöcke vor. Die Gesteine stammen aus dem Saane- und Rhonegebiet. Offenbar ist die Moräne jünger als die weit tiefer hinrabreichenden lockeren Schotter.

Oestlich von Kerzers zeigte sich in der Kiesgrube bei Pkt. 492 oberhalb der Strasse in 480 m folgendes Profil:

oben 2 m fette Rhonegletschermoräne, sehr sandig,
4 m horizontale Schotter, diskordant von der Moräne überlagert, mit Sandschmitzen; Gerölle oben eigross, unten gröber; zu unterst sind bis kopfgrosse in Schlamm gebettet; unter Aaregesteinen auch 4 Verrucano-Stücke.
1 m sandige Moräne (gekritzte Geschiebe).
2 m gestauchter Kies und Sand.

Also auch hier Wechsellagerung von Moräne mit geschottertem Material, dazu Rhone- und Aarematerial.

Oestlich von diesem Punkt liegt unter Pkt. 501, Höhefeld, am Bach 3-4 mächtige, gelblich leuchtende Grundmoräne über 4 m horizontalgeschichtetem Schotter, der viel bunte Nagelfluh und Gesteine vom Berneroberland enthält, ferner mehrere Stück Verrucano (Valorsinekonglomerat).

Nördlich von Kerzers zeigt sich in Pkt. 486, Reckholtern, 6 m mächtige Grundmoräne, über 4 m mächtigem, horizontalgeschichtetem, gut verfestigtem Schotter, der frische Gesteine hauptsächlich aus dem Aare- und Saanegebiet enthält, dazu einige grünliche Gneisse und Verrucano.

Bei Fräschels ist am Waldrand in 465—475 m ein ähnlicher Aufschluss.[1]) Wie bei Kerzers fand ich auch hier in den bis 10 m mächtigen Schottern unter viel Aare- und Saanematerial vereinzelte Valorsine-Gerölle. In der hangenden Moräne war ein $^1/_2$ m^3 grosser, eckiger Serpentinblock zu sehen.

In diesen älteren Schottern von Kerzers und Fräschels kann man auch diakene Schichtung, z. T. mit feinem Schlamm beobachten, ebenso in den Aufschlüssen von Lyss. Bei Kallnach in 490 m und in 460 m am Hügel Wolfberg südwestlich Bargen liegt ebenfalls Moräne über Schotter.

Bei Lyss erreichen die Schotter eine Mächtigkeit von im ganzen 20 m, da in zwei Aufschlüssen horizontale Schotter in 460 m auf der schief gestellten Molasse liegen und ein dritter Aufschluss sich bei Pkt. 476 befindet; hier werden die Schotterbänke diskordant von 1—2 m mächtiger, lehmiger Grundmoräne bedeckt. Es scheint mir von einiger Bedeutung, dass unter den charakteristischen Gesteinsarten hier Rhonegerölle z. B. Verrucano, Serpentin und Gabbro, häufiger sind als Gasterngranit und andere Aaregerölle. Nicht selten sind auch helle Juraschiebe, ferner Gesteine aus dem Saanegebiet wie Hornfluhbreccie und Mocausakonglomerat. Östlich von Lyss ist im Baggulwald bei Pkt. 536 in 480—500 m Schotter von Moräne bedeckt.

Wenn man mit der Bahn von Lyss nach Busswil fährt, erblickt man zur Rechten mehrere hellgrün bewachsene Hügel, die sich scharf vom dunkeln Hintergrund des Bannholz-Waldes abheben; es sind die Erhebungen Pkt. 480, 474 Bergli und 473 Höhenbühl, hinter denen die Strasse Lyss–Büetigen durchführt. Diese Hügel bestehen grösstenteils aus Schotter, der von einer verschieden mächtigen Moränendecke überzogen ist. Diese Lagerung tritt sehr deutlich in 2 Aufschlüssen zu tage, nämlich nördlich Pkt. 473 in 445—450 m und am Waldrand bei Murächer rechts von der Strasse in 463—470 m.

[1]) Vergl. Aeberhardt a. a. O. p. 76.

Zwischen Büren und Solothurn ziehen sich vielerorts deutliche, wallförmige Moränenhügel parallel zur Niederung dem Gehänge entlang[1]), so bei Oberbüren, bei Arch (Aebnit Pkt. 477 bis 476) bei Leuzigen (Hohäcker Pkt. 468), bei Nennigkofen (Hubel Pkt. 490, 485 und 471) und bei Lüsslingen (Gisberg Pkt. 462 und Hunnenberg Pkt. 493).

An einigen Orten tritt unter der Moräne, die überall durch grossen Schlammgehalt, gekritzte Geschiebe und eckige Blöcke ausgezeichnet ist, gut geschichteter, meist horizontaler Schotter auf; so nordöstl. Leuzigen bei Friesenmatten in 440 m, westlich Nennigkofen bei Pkt. 453, und in 450 m am Weg, der bei Pkt. 471 nach dem Aarefeld hinabführt; bei Lüsslingen in 450—460 m bei Pkt. 462 Hohlen, hier meistens ei-faustgrosse Gerölle, darunter viel Rhonematerial; dann in L. des Wortes in 455 m und bei Adleracker, Pkt. 434, in 440—450 m (grosser Aufschluss); endlich am östlichen Ende des Hunnenberges beim Spitalhof in 450 m; hier ziemlich stark verfertigt und mit einigen über kopfgrossen Blöcken.

Zusammenfassend können wir bemerken: Am rechten Abhang des Seelandes von Pfauen bis Solothurn finden sich in 440—480 m unter junger, meist wallförmig abgelagerter Moräne horizontale Schotter, die an einigen Orten mit Moräne wechsellagern, im S. W. aus frischem Saane- und Rhonematerial und von Kerzers an auch aus Aaregeröllen bestehen.

b. Auf der linken Talseite finden sich zunächst zahlreiche Aufschlüsse in der hügeligen Diluvialzone, die sich südwestlich, südlich und südöstlich um den Grossholz-Jensbergzug zwischen Ins und Bühl hinzieht.

Westlich von Ins zeigt ein Aufschluss in 460—70 m am Abhang Erlachfeld folgendes Profil:

oben 3—4 m Grundmoräne.

1 m verfestigte, sandige Schotter; nuss-eigrosse Gerölle.

1,5 m unregelmässig geschichteter Schutt; faust—kopfgrosse Geschiebe, einige eckig, andere gescheuert, eins gekritzt; alle in Schlamm gebettet, nicht verfestigt.

[1]) Vgl. auch Geol. Karte d. Schweiz Bl. VII. 1904 nach Dr. E. Kissling.

20—50 cm feiner Schlamm.
50 cm sandiger Schotter, nuss—eigrosse Gerölle.
50 cm diakene, gewaschene Schotter, nussgrosse Gerölle.
40 cm graublauer, kiesiger Sand.
1 m Lagen von feinem Sand mit hellbraunem Schlamm wechselnd.

Alle Gesteine entstammen dem Rhonegebiet und dem Jura. Die dritte Schicht scheint als verschwemmte Moräne auf die Nähe des Gletschers hinzuweisen.

Unweit von diesem Aufschluss ist in der Grube an der grossen Strasse bei Hofmatt in 450—60 m ähnliche Lagerung zu beobachten: oben Grundmoräne, darunter fein geschottertes, verfestigtes, dann gröberes Rhonematerial.

Südlich von Ins treffen wir beim Bahnhof in 440—450 m mächtige Schotterbildungen an, die eigentümliche Lagerung zeigen: links, näher beim Bahnhof, fallen Bänke stark verfestigten Schotters nach Osten, in der Mitte nach Westen und rechts setzen sie sich in lockeren, horizontalen Schichten weiter. Alle Urgesteine sind frisch.

Auf dem Fusswege nach der Strafkolonie sieht man ziemlich verfestigten, 10 m mächtigen Schotter unter Grundmoräne, und bei den Rifreben an der Strassenbiegung zeigt sich ein neues Profil: links in 450 m 5m mächtiger Schotter. Geröll- und Sandlagen ziemlich locker; rechts an diese Schotter ist teils kiesige, teils sandig-schlammige Moräne angepresst und zieht sich in gestauchter Lagerung über die Schotter hin.

In noch deutlicherer Weise ist dieselbe Erscheinung in einem grossen Aufschluss 1 km östlich von Rifreben sichtbar. Hier sind die Schotter ziemlich stark verfestigt und weisen unten diakene Schichtung auf. Die in allen diesen Aufschüssen sichtbare Moräne setzt auch die Hügel bei Ins, Pkt. 477, 471, 482 Zehntberg, 462, 487 beim Schallensteinfeld, wo ein erratischer Gneissblock von 4 m Höhe liegt, und Kalter Boden P. 480, zusammen und erreicht stellenweise offenbar eine Mächtigkeit von 20—30 m.

Westlich von Müntschemier liegt am Tschüpplisberg, P. 454, Moräne wieder über Schotter, und in grossartigem Masse ist dies östlich vom Dorf „Bei der Griengrube" der Fall. In der Mitte unter dem Signalpunkt 459 erreicht der Aufschluss seine

grösste Höhe und dacht sich allseitig ab; hier sind die horizontalgeschichteten, gut gewaschenen Schotter gegen 16 m hoch und von einer 1—2 m mächtigen Moränendecke überlagert, welche nach Süden hin in der Dicke zunimmt und diskordant den Schottern aufliegt. Auf der Ostseite zeigen sich in der hangenden, teils kiesigen, teils schlammigen Moräne deutliche Stauchungserscheinungen. Im Schotter fanden sich unter den ei—faustgrossen Geröllen mehrere Valorsinekonglomerate, Serpentin und Gabbro, aber auch einige gut erhaltene Gasterngranite. Die Schotter sind bis ca. 442 m hinab aufgeschlossen und zeigen im allgemeinen wenig starke Verkittung; nur einige festere Bänke ragen vor. Der Hügel Pkt. 459 im Berg bildet das Ende eines breiten, unregelmässig geformten Moränenwalles, der sich von Ins in östlicher Richtung hinzieht. Dem entsprechend scheint sich der die Moräne ablagernde Gletscher bei Müntschemier nach Nordosten gewendet zu haben gegen Treiten, Finsterhennen, Siselen und Walperswil. Infolgedessen treffen wir bei Müntschemier schiefe Erosionsflächen in zwei Richtungen auf den horizontalen Schottern und Stauchungserscheinungen im Kontakt mit der Moräne in mehreren Aufschlüssen an.

Bei Treiten finden sich in 450—60 m unter der hangenden Moräne gleich ausgebildete Schotter mit Rhone- und Aaregeröllen, ferner Hornfluhbreccie und Mocausakonglomerat. Die Moränendecke zeigt sich in drei parallelen Hügeln, im Oberholz, im Grammertwald—Pfaffenhölzli bei Finsterhennen und im Elsenhölzli. Im Pfaffenhölzli-Aufschluss ist namentlich die Moräne ziemlich mächtig; sie enthält zahlreiche grössere, runde und eckige, typische Rhonegletschergesteine. Nordöstlich von Siselen ist dagegen in 448 m der Schotter gut aufgeschlossen; er ist über 10 m mächtig; die Moräne enthält grössere, eckige Blöcke und bildet die gegen 30 m über dem Schotter aufsteigende Kuppe des »Berg«, Pkt. 491.

Rechts vom Aarekanal zeigen sich in dem Hügelzug, der bei Bühl endet, zunächst im Beiachwald in 447 m zwei Aufschlüsse mit typischen Profilen: oben Rhone-Moräne, unten Schotter mit gemischten Geröllen; dann folgt ein dritter gleicher Aufschluss im Mattenholz, ein vierter bei Pkt. 459 im Dorf Walperswil und endlich ein letzter nördlich von Bühl, Pkt.

483 »Auf der Hole«. Im Liegenden des Schotters erscheint in 460 m Molasse, im Hangenden Moräne.

Auffallenderweise verschwindet von hier ab die niedere Hügelform, und wir treffen eine dünne Moränendecke erst auf dem Jensberg in 510 m bei Bergäcker, aber mächtige Schotter in grossem Aufschluss östlich davon bei Petinesca. Die horizontalgeschichteten Schotter zeigen sowohl Aare- und Saane- als auch Rhonegerölle und sind nicht stark verfestigt.

Nördlich vom Jensberg finden wir zwischen Madretsch und Brügg wieder geschottertes Material unter Moräne [1]); dies ist in mehreren Aufschlüssen bei Ausserzelg und Hinter-Glodeshüsli ersichtlich. Dieselben liegen am Westabhang sanfter Hügel, die sich gegen den Brüggwald hinziehen. In der Richtung von NW nach SO begegnen wir, in Ausserzelg beginnend, drei Aufschlüssen, deren Schichten wohl genetisch zusammengehören. Im ersten Aufschluss liegt verschwemmte, undeutlich geschichtete Moräne links auf festem Sand, in dem erbsgrosse Gerölle stecken In der Moräne sind wohl 75 % aller Geschiebe helle Jurakalke; 25 % sind schwarze Alpenkalke, Flysch und Urgesteine; am Boden der Grube liegen mehrere über zentnerschwere, alpine Blöcke. 10—15 m südöstlich treten genau die gleichen Gesteinsarten im zweiten Aufschluss auf; in diesem erkennen wir links oben 1 m ungeschichtete Moräne, die nach rechts in Ueberguss-Schichtung übergeht. Darunter zieht sowohl links als rechts eine 20—30 cm dicke Schlammlage und eine Sandschicht, die nach rechts hin verschwindet. Im Liegenden tritt wieder 1 m Moräne auf. Das Ganze ist also geschotterte Rhonegletscher-Moräne; es fanden sich darin Gneiss, Gabbro und Valorsinekonglomerat.

Bei H. Glodeshüsli tritt diese Moräne wieder auf und zwar diskordant über mächtigen, feinen Schotter- und Sandschichten. Im grossen Aufschluss, näher P. 435, zeigen sich folgende interessante Details: An der Nordwand sind unten 6 m mächtige, feine Sandlagen, teils horizontal, teils lokal schief geschichtet, mit dünnen Geröllschnüren. Ueber dem Sand liegt ein 2—3 m mächtiger Schotter mit ei—nussgrossen Geröllen; nach rechts

[1]) Vergl. auch Aeberhardt a. a. O. p. 71—73.

hin, an der Ostwand, keilt das Lager in mehrere Schmitzen aus. Darüber liegt wieder 2 m fester Sand und auf demselben an der Ostwand lockerer Schotter, an der Südwand typische Moräne, und an der Nordwand grössere Blöcke und eine kleine Moräneneinlagerung. Die Gerölle des Schotters und in den Sandlagen sind zum grössten Teil helle Jurakalke; dazu kommen ziemlich viele dunkle Alpenkalke; ferner fand ich Gneiss, krist. Schiefer und Serpentin; dagegen fehlt Gasterngranit. Die Schotter sind also eine Anschwemmung von Bächen aus dem Juragebirge und aus den Alpen, abgelagert in seichtem, schwach fliessendem oder stehendem Wasser. Es fehlen jegliche organische Reste, wie auch Aeberhardt bemerkt, [1]) und aus allen diesen Gründen zu schliessen, haben wir es hier offenbar mit einer lokalen Stauseebildung zu tun, entstanden in einer Rückzugsphase des Rhonegletschers, als sich dieser etwa bis ins Bielerseebecken zurückgezogen hatte. Später folgte ein letzter Gletschervorstoss, in welchem die Moräne über den Anschwemmungen abgelagert wurde.

Unweit von dieser Stelle findet sich nördlich von Brügg am Waldrand bei Pkt. 454 ein 5 m hoher Aufschluss von geschichtetem Gletscherschutt. Ei—faustgrosse Gerölle stecken in Schlamm und Sand, und die Schichtung ist unruhig, bald schief, bald horizontal; am Boden liegen bis zentnerschwere Blöcke; einige sind poliert und undeutlich gekritzt. Helle Jurakalke walten vor neben alpinen Gesteinen. Offenbar ist das Ganze geschotterte Moräne.

Von Brügg weg ziehen zwei deutliche Moränenhügel, nämlich Höheäcker P. 471 und Alten-Bannäcker, gegen Zihlwil hin; erratische Blöcke und Gletscherschlamm sind am Wege zu beobachten. Bei Safneren, am Südostfuss des Büttenberges, steht am Weg gegen Staldholz in 460 m steil NW fallende Molasse (Nagelfluh und Sandstein) an; darüber liegen glaciale Schotter, die nach oben in geschichtete, dann in ungeschichtete Moräne des Rhonegletschers übergehen; diese Moräne bedeckt die Terrasse von 505—520 m.

Zwischen Büttenberg und Solothurn beobachtete ich nur noch an einer Stelle ein ähnliches Profil; infolge Zeitmangels

[1]) a. a. O. p. 72.

konnte ich bis jetzt die Gegend von Selzach nicht besuchen, wo nach der geol. Karte Bl. VII ebenfalls Schotter unter Moräne vorkommen sollen. Beim Bau der neuen Weissensteinbahn zeigten sich in dem Einschnitt bei Pkt. 462 Roseggut zu oberst 1 m Humus, darunter 1,5 m schlammreiche Moräne mit grossen, eckigen Blöcken (einige ca. 1 m^3) und im Liegenden schiefe, in obern Lagen verfestigte Schotter, deren Gerölle dem Jura, den Alpen und der bunten Nagelfluh des Mittellandes entstammen. Die Moräne ist wallförmig und entspricht derjenigen auf dem rechten Aare-Ufer, die von Arch weg zum Hunnenberg zieht.

In einem kurzen Rückblick auf die älteren »Seelandschotter« stellen wir folgende Tatsachen fest: Zu beiden Seiten der breiten Seelandfurche treten in 440—480 m, also bis 40 m über der Talsohle, Schotter auf, die von Rhonegletschermoräne überlagert sind. Im Südwesten bestehen diese Schotter aus Rhone- und Saanematerial, d. h. aus Gesteinen des Wallis, des Saanegebietes, des Molasselandes und des Juras, und die Schotter zeigen hier Einlagerung von Grundmoräne oder verschwemmter Moräne. Nach Nordosten hin ist eine Mischung von Rhonegeröllen und Gesteinen aus dem Aaregebiet zu konstatieren. Die Schotter sind stellenweise verkittet, häufig locker und deutlich, meistens horizontal geschichtet; die Urgesteine zeigen keine Spur von Zersetzung. Auf der rechten Seite sind die Schotter mächtiger und reicher an Aare- und Saanegeröllen, als auf der Juraseite, wo helle Kalke vorwalten. An vielen Orten liegt die jüngere Moräne schräg auf den Schotterschichten, und der Kontakt zwischen beiden Bildungen ist ein unmittelbarer, ohne irgend welche andere Zwischenlagen. An einigen Orten zeigen sich Stauchungserscheinungen in der aufgelagerten Moräne mit aufgearbeitetem Schottermaterial in derselben. Diese Moränen nehmen vielerorts Wallform an und schliessen sich bei Solothurn zu einer Endmoräne;[1]) dieselbe befindet sich innerhalb der Moränen, die am Nordost-Ende des Rhonegletschers im Maximum der letzten Eiszeit entstanden sind.

3. Jüngere Seelandschotter. Solche treten in zwei verschiedenen Arten der Entstehung auf:

[1]) Vergl. auch Brückners Kärtchen p. 496. Die Alpen im Eiszeitalter, Leipzig 1901 ff.

a) Entsprechend der Verbreitung der oben beschriebenen Moränenwälle erstreckte sich nach dem Maximum der Würm-Eiszeit eine lange, sehr schmale Gletscherzunge bis nach Solothurn. Hier und an der rechten Seite strömten Schmelzwässer ab und schütteten Kies und Sand auf, die uns heute als deutliche Schotterterassen oder Ebenen mit nicht verfestigten, frischen Geröllen entgegentreten. So dehnt sich auf dem linken Aarufer in 451—454 m ein ausgeprägtes Schotterfeld, auf welchem die Stadt Solothurn mit ihren Vororten steht, gegen Norden und Nordosten bis Feldbrunnen aus. Allerdings hat der St. Katharinenbach die Terrasse teilweise bis zu 441 m hinab erniedrigt, dann wieder wie bei P. 449 mit Lehm und erdigem Schutt überführt. Die fluvioglaciale Entstehung der ganzen Terasse konnte in mehreren Aufschlüssen festgestellt werden, so anlässlich der Erstellung einer Wasserleitung bei Greiben und in einer Kiesgrube bei St. Katharina. Auf dem rechten Ufer erhebt sich eine Schotterterrasse, die sich nach Osten von 457 auf 451 m senkt; auf derselben stehen die Häuser von Spitalhof, Hübeli, Lerchenfeld und Schöngrün. Hier beobachtete ich in einem Aufschluss bei P. 452 lockere Schotter mit faust—kopfgrossen Geröllen, darunter viele alpine Gesteine. Später hat die Aare 20 m tief eingeschnitten, bis sie ihr heutiges Niveau erreichte.

Ein interessanter Aufschluss befindet sich östlich von Diessbach bei P. 468. Hier wechseln lockere, gewaschene, diakene Schotter mit schlammigen Sandlagen, die in Form einheitlicher Deltaschichtung nach Osten fallen; ferner treten auch Schotterlagen mit Schlamm auf, in denen gekritzte, gescheuerte Geschiebe häufig sind. Die Gesteine sind meistens Alpenkalk, Flysch und Quarzite; vereinzelt Gneiss, Schiefer, Valorsinekonglomerat, Protogin und Gasterngranit. Wir haben es hier also mit einer fluvioglacialen Bildung zu tun, die in unmittelbarer Nähe des Gletschers entstanden sein dürfte. Es stiess demnach ein kleiner Gletscherlappen südlich vom Bürenberg von Büetigen weg etwa 2 km nach Osten vor, und daher entstand hier ein kleiner Stausee.

Auf dem Wege von Aarberg nach Lobsigen beobachtet man über der Molasse an der Rappenfluh typische Moräne, und solche bedeckt auch den Hügel Mühletal-Rättli, während Lob-

sigen in 520—525 m auf einem Schotterfeld steht. Das Schmelzwasser floss offenbar durch das Seebachtälchen ab, konnte aber nicht gegen Lyss weiterfliessen, sondern wurde jedenfalls gestaut; denn wir finden oberhalb Kosthofen in 518 m eine Schotterterasse, das Hagenfeld, bestehend aus lockeren Sanden und Geröllen. In diese Terrasse hat sich später der Allenwilbach 20—30 m tief eingeschnitten.

In ähnlicher Lage befindet sich an der Saane das Schotterfeld Pkt. 523 nördlich Klein Gümmenen, 49 m über dem Fluss; auch hier sind lockere Sande und Gerölle, aus Rhone- und Saanegebiet stammend.

Südöstlich von Pfauen zeigt sich bei Clavaleyres im Walde von Froideville in 460—70 m ein Schotteraufschluss mit nach Norden fallenden, lockeren Deltaschichten; die Gerölle sind im Mittel faustgross und entstammen dem Rhonegebiet. Offenbar bestand auch hier ein glacialer Stausee; denn entsprechend den Moränenhügeln zog sich der Eisrand von Forêt Rosset gegen Mont des Vignes und Grand bois Dominge hin. Näher bei Clavaleyeres treffen wir ebenfalls grobe Gletscherschotter in einem kleinen Aufschluss in 455 m bei Fin Coudrex an.

Auch in der Bieler- und Neuenburgerseefurche stossen wir auf jung-glaciale Schotterbildungen, nämlich bei Nidau, Sutz und Cornaux.

Bei Nidau hat sich die alte Zihl in typischen Gletscherschutt eingeschnitten; in hellem Schlamm findet man hier zahlreiche gerundete und gekritzte Geschiebe.[1]) Talabwärts nimmt die Verschotterung zu, und die ganze Talsohle bis Brügg ist aus ca. faustgrossen Geröllen, Sand und Schlamm aufgebaut. Auch hier sind noch Kritze vorhanden, wie man namentlich in dem Schutt wahrnehmen kann, der bei Anlage des Aarekanals ausgebaggert wurde.

Bei Sutz befinden sich glaciale Ablagerungen in 440—50 m auf einem Molassesockel; sie bilden 4 sanftgerundete Hügel in 460, 464 und 466 m und sind an der Strasse Ipsach-Mörigen trefflich aufgeschlossen. Bei Lattrigen (in »g« von Jeufertzelg

[1]) Vergl. auch Profil Baumbergers bei F. Antenen, Beitrag zur Kenntnis der Alluvialbildungen am untern Ende des Bielersees. Ecl. geol. Helv. Vol. VIII, Nr. 4, p. 449, Genf 1905.

der Karte) beobachtete ich 5—6 m mächtige Schotterbildungen, oben ei—faustgrosse Gerölle bald in Sand, bald diaken und im Wechsel mit Sand- und Schlammschmitzen; an einer Stelle werden die Gerölle nach unten allmählich kleiner und zeigen diakene Schichtung mit Schlamm; sie sind also mit feinem Schlamm überzogen; aber zwischen ihnen bestehen leere Zwischenräume. Diese Geschiebe sind auffallend glatt und glänzend poliert; einige von ihnen weisen vereinzelte Schlagpunkte auf; mehrere sind deutlich gekritzt. Aber auch in oberen Schichten fand ich einige gescheuerte und gekritzte Geschiebe. Das Ganze ist also geschotterte Moräne und einheitlicher Entstehung.[1]) 4/5 aller Gesteine sind helle Jurakalke; 1/5 sind alpine Kalke, Gneiss, Schiefer, Gabbro, Serpentin und Valorsinekonglomerat. In den Aufschlüssen Pkt. 458 und 454 tritt gleiche Lagerung auf, ohne dass ich gekritzte Geschiebe bemerken konnte, dagegen bis kopfgrosse, eckige Blöcke. Der Moränencharakter ist dagegen deutlicher zu erkennen in einem Aufschluss in 445 m bei Riesengut, wo auch Schichtung vorkommt. Die Bildungen bei Nidau und Sutz lassen sich als Ablagerungen des Rhonegletschers erklären, als er in einer Rückzugsphase eine schmale Zunge bis gegen Madretsch oder bis westlich Pieterlen, wo Antenen eine Rückzugsmoräne beobachtete,[2]) ausstreckte.

Jüngeren Datums ist dagegen eine ähnliche Bildung zwischen Cressier und Cornaux. In zwei Aufsshlüssen bei les Malpierres finden wir genau die gleichen Gesteinsarten wie bei Sutz; oberhalb der Strasse sind eckige, kopfgrosse Blöcke häufig; gegen die Ebene hin werden die Gerölle kleiner und sind besser geschichtet; offenbar wurde die Moräne, die von Cornaux herzieht, vom Bach le Mortrux verschwemmt.

Die Moräne les Argilles entstand wahrscheinlich auch am Gletscherrand, wie andere Hügel in der Umgebung von Cornaux, so diejenigen von Wavre und Gals.

b) Im Seeland befinden sich auch merkwürdige Terassen, die nicht als eigentliche Niederterrassen aufzufassen sind, da sie vielerorts innerhalb der Moränen liegen, und die bis 452 m

[1]) wie ich im Gegensatz zu Aeberhardts Annahme a. a. O. p. 73—75 betonen muss.

[2]) a. a. O. Eclog. geol. Helv. VIII, Nr. 4, p. 449.

hinaufreichen. Eine solche Terrasse breitet sich von der Ziegelei Pieterlen nach Osten gegen Scheidweg hin aus. In den Aufschlüssen bei P. 451 und 440 sind gekritzte Geschiebe in Schlamm häufig, die oberen Lagen sind geschichtet, und wir können das ganze als verschwemmte, terrassierte Moräne bezeichnen. Dagegen erheben sich südöstlich von Lengnau mehrere Hügel zu 458, 467 und 477 m, die zusammen einen einzigen, breiten Moränenwall bilden, der sich gegen Grenchen hinzieht.

Eine andere Terrasse liegt südlich vom Bürenberg bei Eichi in 445—450 m. In dem grossen Aufschluss bei der Säge findet sich lockerer Schotter mit vielen alpinen Geröllen, die in humusreichem Lehm und Sand stecken. Möglicherweise wurden sie vom Eichibach zusammengetragen.

Westlich Leuzingen erkennt man bei P. 444 lockere, teils sandige, teils schlammige Schotter, in denen gekritzte Geschiebe vorkommen; es ist also verschwemmte Moräne, ebenso östlich von Mettlenmatt.

Einen ähnlichen Aufschluss finden wir bei P. 444 Neumatt, nördlich Lüsslingen; es ist ausserordentlich locker gefügte, schlammreiche Moräne, die später verschwemmt worden sein dürfte; offenbar hat unmittelbar nach Schwinden des Gletschers der Bach vom Nordabhang des Lerchenberges die Ufermoräne bei Lüsslingen durchbrochen und den Schutt in stehendem Wasser abgelagert.

Zwischen Galmiz und Löwenberg führt die Strasse in 445—450 m über eine Schotterterrasse, die bei Chapellen und Praz Mottet mehrfach aufgeschlossen ist; sie besteht aus lockerem, sandreichem Schotter, in dem bis 1 m lange Blöcke vorkommen. Bei Löwenberg tritt Grundmoräne auf.

Genau so ist die Terrasse aufgebaut, die sich zwischen Murten und Greng ausdehnt: das Grossfeld, P. 453, 452 und 451; es ist verschwemmte Moräne. Auffallend ist bei der Erscheinung dieser verschwemmten Moränen, dass sie sich auf der Innenseite der jüngsten Ufermoränenzone befinden und gegen das Zungenbecken hin einen ausgesprochenen Steilrand aufweisen, so bei Murten, bei Galmiz, bei Eichi, bei Leuzingen und bei Lüsslingen. Es liegt nahe, die Verschwemmung an der Innenseite der Moränen durch seitlich eindringende Bäche anzu-

nehmen; denn in der Tat befinden sich diese Terrassen unweit der Mündung grösserer Bäche, wie schon in zwei Fällen angedeutet wurde, so auch westlich Murten am Grengbach und bei Löwenberg am Burgbach. Allein bei Murten besitzt die Terrasse eine zu beträchtliche Ausdehnung und eine ganz schwach ausgesprochene Wölbung in der Mitte, so dass die Verebnung des ehemaligen Moränenwalles nicht allein auf den Bach zurückzuführen wäre. Und bei Löwenberg vermisse ich ganz besonders die Auflagerung von Sand und Lehm, die hätte erfolgen müssen, wenn der Burgbach, der heute nach Westen hinfliesst, die Terrasse geschaffen hätte, da er einen tiefen «Graben» in weiche Molasse eingeschnitten hat. Solches ist der Fall am Nordabhang des Bürenberges, wo steile Schuttkegel mit Steilrand aus Lehm und Sand aufgebaut sind. Der Terrassenrand kann nur dadurch erklärt werden, dass der Schutt in stehendem Wasser abgesetzt wurde. Hiermit in Uebereinstimmung steht auch die Tatsache, dass flache Moränenhügel in Terrassen verebnet wurden, wo Bäche fehlen, so südlich Pieterlen, nämlich durch Wellenschlag am Seeufer.

Demnach dürfte, unmittelbar nach dem sich der Rhonegletscher endgültig aus dem Seeland zurückgezogen hatte, ein grosser See, dessen Niveau in 451—452 m lag, das ganze zweiteilige Zungenbecken ausgefüllt haben. Dieser See erstreckte sich von Orbe bis Solothurn, ja noch weiter östlich; denn bei Subingen breitet sich in 451 m eine Terrasse aus, die folgenden Aufbau zeigt:

oben 2 m erdige, braune Bach-Schotter. nuss—eigrosse Gerölle
2 m sandige Glacialschotter, ei—faustgrosse Gerölle.
1 m Moräne mit eckigen Blöcken und gekritzten Geschieben.

Nicht nur nach Uferterrassen zu schliessen, existierte dieser von A. Favre zuerst erkannte »Lac de Soleure«,[1]) sondern wir werden auch durch besondere Erscheinungen an Schwemmkegeln zu einer ähnlichen Auffassung geführt.

4. Schwemmkegel. Alle Flüsse und Bäche, die von der Seite her ins Seeland einmünden, haben in demselben einen

[1]) Allerdings sind Favres Seeterrassen meiner Auffassung nach grösstenteils fluvioglacialen Ursprungs; doch tritt in ihrer Umgebung auch hochgelegener, postglacialer Lehm und Sand auf.

breiten Schwemmkegel aufgeschüttet, so die Aare bei Aarberg, der Lyssbach bei Lyss, der Grengbach bei Greng, der Biberenbach bei Kerzers, die Schüss bei Bözingen [1]) und viele andere.

Bei Aarberg erhebt sich auf dem rechten Aarufer eine Schotterterrasse, die sich von 461 m bei Bergmatt nach Norden auf 453 m senkt, das Spinsfeld; das Material ist umgelagerter Glacialschutt, mit groben Geröllen und über kopfgrossen Blöcken. Nach N-Westen hin dehnt sich ein flacher Schwemmkegel aus, der in 452 m beginnt und sich allmählich mit 2 ‰ auf 444 m senkt. Auffallend ist die Abnahme der Geröllgrösse: in 450 m bei Kappelenkehr sind die Gerölle reichlich faustgross, in 447 m höchstens eigross und endlich bei Bühl in 445—46 m kaum nussgross; hier sind sie sehr spärlich, der Sand- und Schlammgehalt dagegen ist sehr gross. Zwischen Lyss und Worben führt die alte Aare nur etwa eigrosse Gerölle. Es scheint mir bemerkenswert, dass ein so wasserreicher, transportkräftiger Fluss wie die Aare in 4—5 km Entfernung von seinem Eintritt ins Seeland nur noch so kleine Gerölle zu schleppen vermochte, da auch bei bedeutender Verbreitung der Wassermasse die einzelnen Wasseradern noch ziemlich kräftig sind, sofern der Transport nicht in stehendem Wasser geschieht. Wir wissen nicht, wie tief das Seeland zwischen Aarberg und Bühl erodiert ist; jedenfalls hat hier die Aare viel Geschiebe aufgeschüttet. Mit der Zeit musste der Schwemmkegel eine immer grössere Neigung, das Wasser grössere Transportkraft besitzen. Dem widerspricht die Tatsache, dass in 446—445 m ganz kleine und spärliche Geschiebe, dagegen viel Schlamm und Sand vorkommen. Die Ablagerung dieses Schuttes konnte offenbar nur in stehendem Wasser geschehen. Nun hat allerdings die Aare vor der Korrektion häufig das Seeland überschwemmt; allein nach der Karte von Professor C. Culmann [2]) scheint das Ueberschwemmungsgebiet unter 445 m zu liegen. Der Schwemmkegel der Aare dürfte demnach zum grössten Teil in einem See von 451—452 m Niveau entstanden sein.

[1]) Vergl. darüber F. Antenen, Eclog. geol. Helv. VIII, Nr. 4, p. 449, 1905.

[2]) Schweizerische polytechnische Zeitschrift, Band III, Taf. 3, Karte des Gebietes der Juragewässer.

Bei Greng finden wir einen schönen Schwemmkegelvorbau in den Murtensee hinaus; er zeigt einen ausgesprochenen Steilabfall, während die Neigung von 440 bis 453 m oberhalb Greng sanfter ist. Diese Tatsache weist auf eine Bildung in höherem Seeniveau hin, das in 451—453 m lag.

Hiermit in Uebereinstimmung steht auch die Annahme Aeberhardts, dass sich das Delta der Areuse bei Boudry in einem See von 450 m gebildet habe.[1])

Einen weiteren Beweis der Existenz eines postglacialen grossen Sees erbrachten L. Rollier und F. Antenen, die in der Talsohle zwischen Biel und Pieterlen in 2—3 m Tiefe lakustre Bildungen mit recenten Muscheln und Schnecken nachwiesen.[2]) Nach Antenen soll zwar der See nur bis Pieterlen gereicht haben, da höher gelegene Seeterrassen in dieser Gegend zu fehlen scheinen.

III. Ergebnisse.

In dem skizzierten Gebiet zeigen Schotterbildungen eine grosse Verbreitung und bedeutende Mächtigkeit; da sie vielfach mit Moränen eiszeitlicher Gletscher verknüpft sind, ist ihr fluvioglacialer Ursprung sehr wahrscheinlich. Wir können sowohl nach der geographischen Lage als auch nach der petrographischen Zusammensetzung unter den fluvioglacialen Bildungen zwei Arten unterscheiden, nämlich Plateauschotter und Seelandschotter, die jedenfalls aus verschiedenen Eiszeiten stammen, obschon bis jetzt interglaciale Profile hier nicht beobachtet wurden.

1. Die Plateauschotter liegen vielerorts bis 100 m über der Talsohle des Seelandes; sie müssen demnach vor der Gestaltung der heutigen Talformen abgelagert worden sein. Sie sind auch vielfach ziemlich fest verkittet; allein sie zeigen einen verhältnismässig frischen Habitus[3]) und wenig Spuren chemischer Zersetzung der Urgesteine, so dass sie aus diesem Grunde nicht in den ältesten, sondern eher in den mittleren Epochen des Eiszeitalters entstanden sein dürften. Die Plateauschotter bestehen im Gegensatz zu den Seelandschottern ausschliesslich aus

[1]) bei Brückner, die Alpen im Eiszeitalter p. 570.

[2]) Vergl. F. Antenen, Alluvium des Seelandes p. 447 a. a. O.

[3]) Davon machen nur etwa die Schotter von Gumpisberg und Surenhorn eine Ausnahme.

Gesteinen des Aaregebietes und sind vielerorts diskordant von Moräne des Rhonegletschers aus der letzten Eiszeit bedeckt. Offenbar ging dieser Moränenauflagerung eine bedeutende Abtragung voraus, indem häufig die Fortsetzung der horizontalen Schotter in derselben Höhe auf grössere Flächen hin fehlt, dagegen sowohl der anstehende Felsboden als auch die Schotterreste eigentümliche, schwachwellige Rundbuckelformen aufweisen; daher erklärt sich einigermassen auch das Fehlen interglacialer Ablagerungen. Solche Drumlinformen finden sich ferner häufig in der hangenden, lehmreichen Grundmoräne; besonders gut ausgesprochen ist diese Erscheinung WSW Bern im Forst, wo ebenfalls ältere Aare-Schotter in 600—640 m unter Rhonemoräne liegen.[1]) Vor Ablagerung dieser älteren Schotter führten von Bern aus mehrere breite Täler gegen das Seeland hin, nämlich nach SW in 620—40 m gegen Laupen, nach W in etwa 600 m gegen Wohlen, nach NW in 560—530 m gegen Lyss, Rapperswil und Schnottwil und nach N, südlich vom Bucheggberg, in 540 m gegen Jegenstorf hin. Eine Ausnahme von der Regel der hohen Lage machen aber die Schotter bei Hindelbank, Fraubrunnen und Kernenried, die in der heutigen, teils durch Aufschüttung entstandenen Talsohle liegen und ebenfalls von Würm-Moräne bedeckt oder begleitet sind. Demnach müsste dieses Tal gegen Hindelbank vor der letzten Eiszeit entstanden sein. Dies dürfte auch für das alte Lyssbachtal zutreffen. Dasselbe beginnt in 533 m bei der Talwasserscheide von Schönbrunnen, nördlich Münchenbuchsee; die auffallende Breite und das schwache Gefälle ändern unterhalb Schüpfen, und von Bundkofen an fliesst der Bach mit stärkerem Gefälle in einem ziemlich engen, in Molasse eingeschnittenen Tal, das in 450 m bei Lyss ins Seeland mündet; bei Kosthofen und Suberg sind in 518, 515 und 512 m deutliche Talterrassen vorhanden.

Bei Lyss finden sich ähnliche Terrassen in 490—500 m. Sie zeigen allerdings keine scharf ausgesprochene Kante; vielmehr sind sie in längliche, NO streichende Hügel abgerundet, so im Rickardsholz und bei Grentschel. Der Schotter vom Baggulwald in etwa 500 m wie der von P. 496 bei Rossi würden den

[1]) F. Nussbaum, Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes p. 33 und 34, XX. Jahrb. der Geog. Ges. Bern 1906.

Schottern von Hindelbank und Fraubrunnen entsprechen, und somit könnte man sie als jüngere Plateauschotter bezeichnen. Sie dürften unmittelbar vor dem Maximum der Würm-Eiszeit abgelagert worden sein.

2. Die Seelandschotter liegen in der dem Jura entlang ziehenden Niederung, und wurden auch in einer der heutigen Flussrichtung entsprechenden Strömung abgesetzt. Wir unterscheiden ältere und jüngere Seelandschotter; die jüngeren bilden vielerorts die heutigen Oberflächenformen und datieren aus dem endgültigen Rückzug des Rhonegletschers und aus der Postglacialzeit. Die älteren Schotter [1]) liegen unter Moräne des Rhonegletschers und bestehen aus Rhone- und Aarematerial, sie fehlen in der Mitte der Talsohle, treten aber zu beiden Seiten am Rande bis 50 m über derselben auf, namentlich am rechten Ufer, da wo Seitentäler, die ins Molasseplateau eingeschnitten sind, ins Seeland münden wie bei Lyss und bei Kerzers. Die Basis der tiefstgelegenen Schotter ist nirgends erschlossen und reicht wenigstens bis zur heutigen Talsohle, also bis etwa 440 m hinab. Häufig lagern sie in 460 m auf Molasse (Lyss, Bühl). Da nun diese älteren, aber doch sehr frischen, gut erhaltenen Schotter von Moränen bedeckt sind, die sich innerhalb der Endmoränen aus dem Maximum der Würm-Eiszeit bei Solothurn zu einer jüngeren Endmoräne schliessen, so liegt die Annahme nahe, die Schotter seien nach dem Maximum der letzten Eiszeit aufgeschüttet und sodann in einem letzten Vorstoss bis Solothurn durch den Gletscher wieder ausgeräumt worden.

3. Damit stossen wir auf die Frage der Gletschererosion. Seit Ablagerung unserer älteren Plateauschotter wurde das Aaretal im Seeland etwa bei Büren um rund 100 m eingetieft; ebenso ist in dieser Zeit das Limpachtal entstanden.

Nun zeigen diese Täler eine breite, zum Teil beckenförmig eingetiefte Sohle, Stufenmündung von Seitenflüssen (Schüss [2]) und verhältnismässig wenig gegliederte Gehänge, die

[1]) Im Gegensatz zu 1903 zählt Aeberhardt 1907 diese Schotter zu der «basse terrasse», die Schotter in 530 m zu den «hautes terasses», p. 4—6: Les Gorges de la Suze, Beil. z. Jahrbt. d. Gym. Biel 1907.

[2]) Vgl. Profil de la Suze de Reuchenette à Boujean bei Aeberhardt: Les Gorges de la Suze, Bienne 1907.

von Moränen und anderem Gletscherschutt bedeckt sind: also alles Züge, die mit Sicherheit darauf schliessen lassen, dass bei der Ausgestaltung der Täler die Gletschererosion einen wesentlichen Anteil gehabt hat. Allerdings bedeckte in der Eiszeit mächtiges Inlandeis auch einen grossen Teil des Molasseplateaus, wie uns Moränen lehren, und doch treten hier eigentliche Gletschertäler zurück; es finden sich nur Rundbuckelformen, sogar in quartären Ablagerungen, so dass es den Eindruck hat, als ob die Gletschererosion nur von ganz unbedeutender Wirkung sei. Dieser Widerspruch dürfte durch zwei Momente zu lösen sein. Erstens liegt das Seeland im Stromstrich des eiszeitlichen Rhonegletschers, der mehrmals seine mächtigen Eismassen dem Juragebirge entlang nach Nordosten schob; diese ergossen sich links in die Juratäler und überfluteten rechtshin das Molasseplateau — wie beim fliessenden Wasser, so muss auch beim Gletscher die Erosion im Stromstrich am stärksten sein. Zweitens war von wesentlichem Einfluss die Tektonik; die geologischen Verhältnisse des Seelandes bedingten die Anlage der Täler. Die zunächst dem Juragebirge liegende, etwa 12 km breite Zone der Molassebildungen ist analog den Jurafalten ebenfalls gefaltet und gewaltig gehoben worden; daher erfuhren hier namentlich die weichen Bildungen der untern und obern Süsswassermolasse seit der Faltung eine bedeutende Abtragung, während die harten Bänke des Muschelsandsteins derselben mehr Widerstand entgegensetzten. Demgemäss mussten sich dem Juragebirge entlang in der erwähnten Molassezone mit der Zeit aus tektonischen Tälern mehrere parallel zu einanderstreichende Erosionstäler entwickeln: zunächst ein Isoklinaltal in der untern Süsswassermolasse (Zihl-Schüss-Lengenenbachtal); dann ein Antiklinaltal (Grosses Moos — alte Aare) und endlich dem Südschenkel der Antiklinale entlang eine Niederung (Limpachtal). Noch jetzt trifft also diese Anordnung im grossen und ganzen zu; nach Kissling ist heute die obere Süsswassermolasse im Seeland bis auf ganz kleine Reste verschwunden.[1]) Die ur-

[1]) Vgl. Geolog. Karte Bl. VII n. E. Kissling und dessen Mitteilung bei Oskar Frey, Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuss. Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Ges. f. d. ges. Natw. Bd. XLI Abh. 2, 1907, p. 349 [II, 9].

sprüngliche Synklinale liegt im Gebiet der Erhebungen; dieselben sind also Synklinalgipfel. Im Pliocän und in der älteren Quatärzeit sind bis zur Ablagerung unserer älteren Plateauschotter stellenweise viele hundert Meter mächtige Schichten der Molasse abgetragen worden, und beinahe überall treten heute am Fusse der Gehänge die Mergel und Sande der unteren Molasse auf; im Bereiche dieser Schichten konnte nun ein rasch vordringender Gletscher erheblich erodieren. Dies war auch in der Würm-Eiszeit der Fall, wie namentlich aus dem ausserordentlich grossen Gehalt an Sand und Lehm in den Ufermoränen bei Längendorf und Oberdorf nordwestlich Solothurn hervorgeht. In der Zone des harten Muschelsandsteins war die Erosion beschränkt, und so finden wir sämtliche grösseren Erhebungen als langgezogene Rippen mit einer Muschelsandsteindecke. Die Quertäler in der mittleren Hauptlängsrippe sind wohl auch auf Gletschererosion zurückzuführen, nämlich infolge Ueberfliessens von Eismassen aus der Neuenburger- und Bielerseefurche in die Niederung vom Grossen Moos. Ein solches Ueberfliessen musste jeweilen da stattfinden, wo in dem linksseitigen Tal eine Verengung eintrat wie bei Gampelen durch den Jolimont und bei Biel, von wo an ja das Tal gegen Pieterlen hin kaum halb so breit ist als etwa südlich Twann.

4. In der zeitlichen Folge können die älteren Plateauschotter in die ältere Riss-Eiszeit verlegt werden; der Aaregletscher machte damals einen Vorstoss bis Meikirch und Zuzwil, und die Schotter wurden deckenförmig in 530–550 m aufgeschüttet, namentlich auf dem zusammenhängenden Bucheggberg-Büttenbergplateau. Darauf folgte das gewaltige Anwachsen und Vordringen des Rhonegletschers, der in dieser Zeit überhaupt seine grösste Entwicklung gewann. Die Täler im Seeland erhielten ihr glaciales Relief und die Molassehügel wie die früheren Aaregletscher-Ablagerungen wurden zu länglich runden, flachen Erhebungen und „Drumlin“ abgeschliffen. In einer Rückzugsphase liess der Rhonegletscher vielerorts Moränen zurück. Nach der Riss-Eiszeit lag die Talsohle im Seeland etwa in 490–500 m; dagegen dürfte das Tal gegen Hindelbank hinab seine heutige Tiefe, wie das alte Lyssbachtal seine Form in der letzten Interglacialzeit erhalten haben.

Zu Beginn der Würm-Eiszeit erreichte wiederum der Aaregletscher zuerst das Vorland von Bern; er stiess bis in die Gegend von Zollikofen und Münchenbuchsee vor, und seine Schmelzwässer verfrachteten Schotter gegen Hindelbank und Fraubrunnen hin, wie auch das Lyssbachtal hinab. In dem nun folgenden Vorstoss des Rhonegletschers bis Wangen und Herzogenbuchsee fand wiederum eine erhebliche Erosion in den Seelandfurchen statt, während auf dem Plateau wie früher teils ein Abschleifen zu flachen Rundbuckeln, teils Ablagerung von Grundmoräne eintrat. Nach dem Maximum der Würm-Eiszeit blieb der Rhonegletscher noch einige Zeit bei geringerem Eisstande stationär, wobei Endmoränen bei Schönbühl gebildet wurden; möglicherweise entspricht diesem Halt das Vorkommen der grossen Blöcke im Schotter von Spitalhof und die schiefe Schichtung von Roseggut bei Solothurn. Bald aber zog sich der Rhonegletscher in zwei Lappen ins Neuenburger- und Murtenseebecken zurück, und seine Schmelzbäche schütteten nun auf dem verlassenen Gletscherboden und an der Seite bei Pfauen in 440—460 m über 20 m mächtiges Schottermaterial auf. An der rechten Flanke des abschmelzenden Gletschers und in der Sandrebene lagerten Aare und Saane und zur Linken die Jurabäche ihre Geschiebe ab, sodass eine allgemeine Verschüttung des Zungenbeckens eintrat. Damit ergibt sich auch die am Rande beobachtete Wechsellagerung von Moräne und Schotter. Damals endete der Aaregletscher etwa bei Bern.

Nun erfolgte der letzte Vorstoss des Rhonegletschers bis Solothurn; dabei wurden in der Talmitte die Schotter ausgeräumt, am Rande aber von Moräne bedeckt. Aus dem Neuenburgerseebecken fand bei Gampelen-Ins ein Ueberfliessen von Eismassen gegen den Murtenseearm hin statt, während eine schmale Zunge über Biel bis Pieterlen reichte. Östlich von Pieterlen zieht die Ufermoräne des Hauptarmes gegen Lengnau und Grenchen hin, sodass eine Stauung eintreten musste, und vielleicht ist schon damals die terrassierte Moräne zwischen Scheidweg und der Ziegelei entstanden. Besser ausgesprochen sind Stauseebildungen ausserhalb der rechten Ufermoräne zu beobachten, so bei Diessbach, bei Kosthofen, an der Saane bei Gümmenen und bei Clavaleyres. Bei Solothurn entstand durch Ver-

schwemmung des Schuttes die Schotterterrasse von Schöngrün und S. Katharina. Bis die Aare diese 25—30 m mächtige Schuttmasse durchgeschnitten hatte, musste sich unmittelbar nach Abschmelzen des Gletschers im Zungenbecken ein See in 452 m Höhe bilden, wie er schon von Favre angenommen worden ist. Es muss zugestanden werden, dass in den von Favre und mir beobachteten Terrassen meines Wissens bis jetzt keine Muscheln oder Schnecken gefunden wurden; aber der diluviale Schutt der Terrassen deutet darauf hin, dass der See bei abschmelzendem Gletscher entstand, sodass in dem kalten Wasser eine der heutigen entsprechende Fauna nicht existieren konnte und dass der See in der durch Terrassen bestimmten Grösse nur kurze Zeit dauerte. Er entleerte sich infolge Einschneidens der Aare bei Wangen und Solothurn; aber wie namentlich aus der Verbreitung der lakustren Bildungen ausserhalb der heutigen Seen und der Lehm- und Torfschichten im Seeland hervorgeht, mussten ehemals sämtliche drei Seen während grösserer Zeitdauer eine einzige Wasserfläche gebildet haben, die bis gegen Pieterlen reichte. Dieser See schrumpfte dann allmählich infolge Schwemmkegelbildung und Vertorfung zusammen. Die Verlandung erfolgte da am raschesten, wo in seichtem Becken die schuttreichsten Flüsse einmündeten, nämlich an der Aare bei Aarberg, an der Schüss bei Bözingen, an der Orbe und an der Broye oberhalb der Seen. Wie aus der Lage der Pfahlbauten hervorgeht, besassen die drei Seen schon in vorhistorischer Zeit ungefähr ihre heutigen Umrisse.[1])

IV. Zusammenfassung.

Die Ergebnisse vorliegender Untersuchung lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen:

1. Es wurde der Nachweis zu liefern versucht, dass die vier, namentlich von Aeberhardt erkannten, verschiedenalterigen Schotter im Seeland und dessen Umgebung fluvioglacialer Entstehung sind.

2. Wenn es auch naheliegen würde, diese Schotter mit vier Eiszeiten in Beziehung zu bringen, so verbietet uns jedoch, meiner

[1]) Nämlich diejenigen vor der Juragewässerkorrektion.

Ansicht nach, der Erhaltungszustand der Gesteine eine solche Auffassung, und es können nur verschiedene Phasen von zwei Eiszeiten unterschieden werden.

3. Der Aaregletscher erreichte vor dem Rhonegletscher jeweilen zu Beginn der Riss- und der Würm-Eiszeit das Molasse-Vorland und sandte seine Schotter bis ins Seeland hinab.

4. Die Gletschererosion nimmt zwei Formen an: im Stromstrich des Rhonegletschers kommt es zur Bildung von breiten, beckenförmig eingetieften Tälern, während unter der weit ausladenden, aber weniger mächtigen Flanke der Untergrund zu Rundbuckeln und Drumlin abgeschliffen wird.

5. Unmittelbar nach Schwinden des Gletschers existierte in prähistorischer Zeit im Seeland ein einziger grosser See.

P. Gruner.

Dämmerungserscheinungen und Alpenglühen, beobachtet in Bern im Jahre 1907.

Die nachfolgenden Aufzeichnungen bilden die Fortsetzung der seit 1902 publizierten «Dämmerungserscheinungen». Art und Weise der Beobachtung und Bedeutung der Bezeichnungen ist aus den ersten Nummern zu ersehen.

Folgende Punkte mögen hier noch besonders betont werden: Die nicht unerhebliche Subjektivität der Farbenschätzung ist u. a. auch wesentlich davon abhängig, in welcher Weise das Auge des Beobachters zwischen zwei Einzelbeobachtungen beschäftigt ist. Z. B. zeigte sich wiederholt, dass das Lesen einer Zeitung während einigen Minuten nachher die Dämmerungsfarben in bedeutend erhöhter Pracht erscheinen lässt. Auch die Kontrastwirkungen (benachbarte Wolken, dunkle Baum- und Häusergruppen, beleuchtetes Zimmer etc.) sind jedenfalls nicht zu vernachlässigen. Diese Nebenumstände bedürften einer eingehenden Untersuchung, die vorläufig nicht ausgeführt werden konnte. In betreff der verwendeten Bezeichnungen sei zur Vermeidung von Missverständnissen darauf hingewiesen, dass unter der Bezeichnung «Himmel ganz klar» natürlich immer nur die Partie der Himmelshalbkugel gemeint ist, die vom Standorte des Beobachters aus überblickt werden konnte (also im Winter nur die südliche Partie derselben).

Die in der letzten Publikation in Aussicht gestellten erweiterten Spektralbeobachtungen konnten nicht ausgeführt werden. Diejenigen Tage, an denen das kleine Taschen-Spektroskop benützt wurde, sind mit einem * versehen; zu brauchbaren Resultaten führten sie bisher nicht.

Überhaupt ist das diesjährige Beobachtungsmaterial spärlicher und musste oft in sehr summarischer Weise abgetan

werden. Die Ungunst der Witterung, sowie manche äussere Umstände wirkten hindernd auf die Beobachtungen ein.

Deutlich geht aber hervor, dass in diesem Jahr die relative Zahl schöner Dämmerungserscheinungen wieder zugenommen hat (21 schöne, 16 normale, 20 matte, 10 ausbleibende Purpurlichter). Die Erscheinung, dass das Ausbleiben oder schwache Auftreten des Purpurlichtes trotz klaren Abendhimmels auf einen Witterungsumschlag schliessen lässt, hat sich auch dieses Jahr einigemale bestätigt: Am 16. März blieb der Himmel klar bis zum folgenden Morgen, dann starke Bewölkung, heftiger Wind, intensiver Regen. Das kaum merkbare Purpurlicht des 22. Märzes war von einem bedeckten Morgen begleitet. Das ausbleibende Purpurlicht am 21. April war am 22. April von Bewölkung und Regen begleitet. Nach dem matten Purpurlicht am 7. Dezember erfolgte in der Nacht Schneefall. Am 23. Dezember war der Himmel morgens bedeckt, nachdem am Abend vorher keinerlei Purpurlicht sichtbar wurde. Immerhin sind auch Fälle zu verzeichnen, die dieser Regel widersprechen.

Eine Reihe von Beobachtungen (besonders im März) wurden ziemlich früh (vor dem berechneten Sonnenuntergange) eingeleitet, woraus sich oft interessante Beziehungen für die Aureole und das Alpenglühen ergaben.

Besonders auffallende Erscheinungen sind nicht zahlreich gewesen. Hie und da erschien die Aureole braun oder rot gesäumt, eine Analogie mit dem Bishop'schen Ringe ergebend. Am 13. Dezember waren die Alpen beinahe zum zweitenmale glühend. Ein zweites Purpurlicht wurde nicht gesehen. Das seltsame Auftreten und Vergehen eines roten Fleckens am 13. Dezember bleibt unerklärlich, kann auch möglicherweise auf einer optischen Täuschung beruhen. Das stetige Übergehen der Aureole in das Purpurlicht trat im Mai, Juni und Juli wiederholt auf. Zum Schlusse sei noch auf die interessanten Erscheinungen vom 16. bis 22. Dezember bei den abnormen Witterungsverhältnissen dieser Tage hingewiesen.

1907

Januar 1.—13., 16.—17., 21.—22., 25.—26, 28.—31. Abendhimmel mehr oder weniger bewölkt. Zeitweilig Wolkenfärbungen und Alpenglühen.

Januar 14. und 15. Alpenglühen; die Beobachtung wird um 5 Uhr unterbrochen.

Januar 18.

5 09 (Sonnenuntergang). — Himmel klar, einige Cumuli und Cirren am W. Hor. — Horizont dunstig, Alpen unsichtbar.
5 10 Matter rötlicher Schimmer des Dunstes und darüber (Aureole).
5 15 Gelblich roter Schimmer über dem Dunst, darauf feuerrote Cirren.
5 20 Schimmer erblasst, dunklere Wolkenfärbung; Dunstschicht rot gesäumt.
5 25 Hor.-Str. fahlrot, keine Aureole mehr.
5 30 Mattes Purpurlicht hinter den grauen Cirren, nicht abgehoben.
5 35 Purpurlicht dunkler, normal, tiefer gesunken.
5 40 Purpurlicht säumt die Hor.-St. dunkelrot.
5 47 Hor.-Str. noch schwach rot.

Januar 19.

5 10 Fahlgelbe Cirrenfärbung über dem Dunst.
5 25 W. Himmel sich mit Nebel bedeckend.
5 30 Schwache Rötung hinter diesen Wolken.
5 37 Sehr matte Rötung über dem Dunst.
5 45 Alles grau.

Januar 20.

5 13 (Sonnenuntergang). — Himmel sehr klar, Alpen sehr duftig.
5 10 Hor.-Str. matt, einige graue Cumuli darin. — Alpen schwach glühend, darüber matte Gegendämmerung.
5 15 Alpspitzen noch glühend, Gegendämmerung schöner.
5 17 Alpen grau.
5 20 Hor-Str. sehr matt. — Gegendämmerung schön.
5 23 Matter gelblicher Schimmer im W.
5 28 Beginnendes, allgemeines Purpurlicht. — Gegendämmerung matter.
5 32 Purpurlicht deutlicher. — Kaum mehr Gegendämmerung.
5 35 Purpurlicht normal, beginnt abzunehmen. — Im O. grau.
5 40 Purpurlicht dunkler sinkt und verschmelzt sich mit den Hor.-Str., Hor.-Str. orange.
5 45 Purpurlicht säumt noch die rot-orangefarbigen Hor.-Str.
5 50 Hor.-Str. dunkler rot, matt.

5 55 Hor.-Str. sehr matt, rot.
6 00 Hor.-Str. kaum bräunlich.

* Januar 23.

5 17 (Sonnenuntergang). — Himmel ziemlich klar, Wolkenwand längs des ganzen Horizontes. — O. grau.
5 25 Rötlicher Schimmer im W., ähnlich den Hor.-Str.
5 30 Rötlicher Schimmer im W. abnehmend.
5 35 Desgleichen.
5 40 Desgleichen, Charakter eines matten Purpurlichtes.
5 45 Noch matte Rötung.

Januar 24. Ziemlich starke Bewölkung und Dunst.

5 25 Cirren im W. rosa, Cumuli grau. — Im O. grau.
5 30 Kaum matte Hor. Str., keine andere Färbung.
5 35 Hor.-Str. sehr matt.
5 40 Hor.-Str. vollständig matt.

Januar 27.

5 23 (Sonnenuntergang). — Himmel und Alpen vollkommen klar.
5 15 Scheinbarer Sonnenuntergang. Hor.-Str. golden mit matter Aureole. — Alpen sehr schön glühend (seitliche Winterbeleuchtung) darüber Rötung.
5 20 Hor.-Str. kaum rot-gelb, kaum Aureole. — Alpen dunkler glühend, Gegendämmerung darüber dunkler.
5 25 Hor.-Str. fahl, kaum eine weissliche Aureole. — Alpenspitzen noch glühend.
5 30 Hor.-Str. fahlgelb, Aureole undeutlich gesäumt. — Jungfrauspitze noch etwas beleuchtet, Gegendämmerung darüber.
5 33 Hor.-Str. fahl, gelb-weisslich, Andeutung eines matt bräunlichen Schimmers in gewisser Höhe. — Alpen grau, Gegendämmerung.
5 36 Bräunlicher Schimmer ist zu unbestimmtem Purpurschimmer geworden. — Alpen grau.
5 40 Purpurlicht deutlicher, ziemlich gut abgehoben von matten Hor.-Str. — Alpen grau, Erdschatten, matte Gegendämmerung.
5 43 Purpurlicht fast normal. — Alpen heller, kaum Gegendämmerung.
5 46 Purpurlicht sinkend, sich verschmelzend mit den gelben Hor.-Str. — Alpen hell, kaum gefärbt.
5 50 Hor.-Str. gelblich, rot gesäumt. — Alpen matt rötlich, darüber grau.
5 55 Hor.-Str. orange, rosa Saum. — Alpen kaum sichtbar.
6 00 Hor.-Str. sehr schmal, orangerot.

6 05 Hor.-Str. sehr schmal, feuerrot, matt.
6 10 Hor.-Str. äusserst schmal, bräunlich-rot. Darüber eine helle Zone, dann in ziemlich deutlicher Abgrenzung die dunkle Nacht.
6 20 Die Nacht senkt sich merklich über die kaum noch sichtbaren Hor.-Str.

Februar 1.—3., 6.—8., 12.—25. Abendhimmel mehr oder weniger bewölkt, zeitweilig Wolkenfärbungen und Rötungen hinter den Wolken.

Februar 4.—5. Nicht beobachtet.

Februar 9. Summarische Beobachtung. Himmel ziemlich klar.
5 50 Fahle Hor.-Str. — O. dunstig.
6 00 Hor.-Str. etwas lebhafter, matter Schimmer darüber.
6 05 Kein Purpurlicht.
6 10 Kein Purpurlicht, Hor.-Str. matt rosa.
6 18 Hor.-Str. ganz matt.
6 40 Keinerlei Färbung mehr.

Februar 10. Unvollkommene Beobachtung. Himmel ziemlich klar, Hor. dunstig.
5 45 Hor.Str. fahl, Cirren gelb und rot. - Matte Gegendämmerung.
5 47 Hor.-Str. fahl, Cirren rot. — Gegendämmerung.
6 00 Hor.-Str. fahl, Cirren grau. — Keine Gegendämmerung.
6 07 Hor.-Str. fahl, keinerlei Purpurlicht. — O. grau.
6 11 Hor.-Str. gelblich-rot, keinerlei Purpurlicht.
6 15 Hor.-Str. orange, Cirren-weisslich-rötlich.
6 20 Hor.-Str. matt.

Februar 11. Verspätete Beobachtung. Himmel klar. — Alpen sehr dunstig.
6 03 Beginnendes gelbliches Purpurlicht.
6 05 Hor.-Str. matt, gelbrot, Purpurlicht matt bis normal.
6 10 Purpurlicht sinkend.
6 15 Hor.-Str. matt, orange, Purpurlicht erloschen.
6 20 Hor.-Str. matt, rosa.

* **Februar 27.**
6 10 (Sonnenuntergang). Himmel vollkommen klar, Alpen dunstig.
6 10 Hor.-Str. fahl, Aureole undeutlich. — Alpen matt glühend, Erdschatten, normale Gegendämmerung.
6 15 Aureole undeutlich rötlich gesäumt. — Alpen sehr matt, Gegendämmerung schön.
6 17 Alpen grau, matt, dunstig.
6 20 Alpen ganz grau, sehr dunstig, Gegendämmerung matt.

6 25 Hor.-Str. fahl, braun-gelb; beginnendes, kaum abgehobenes Purpurlicht. — Alpen kaum sichtbar, Gegendämmerung sehr matt, ziemlich hoch.
6 30 Hor.-Str. orange; Purpurlicht matt-normal. — Alpen etwas gelblich, darüber grau.
6 31 In der linken Hälfte des Purpurlichtes tritt ein bläulicher Fächerstrahl auf.
6 33 Desgleichen, Purpurlicht normal, sinkt.
6 34 Purpurlicht wird am Saume fächerig. — O. grau.
6 37 Noch einzelne Fächerstrahlen, Hor.-Str. rot-orange.
6 40 Noch Spur von Fächerstrahlen, Hor.-Str. gold-orange.
6 45 Hor.-Str. schmal, orange-rot.

* **Februar 28.**

6 11 (Sonnenuntergang). Himmel vollkommen klar. — Alpen sehr dunstig.
6 15 Hor.-Str. rot-gelb, fahl, matte Aureole, eine Andeutung von Purpurlicht bildend. — Alpen im Dunst, Gegendämmerung sehr schön.
6 20 Im W. desgleichen. — Gegendämmerung matter.
6 25 Hor.-Str. fahl, Purpurlicht kaum angedeutet. — Gegendämmerung sehr matt.
6 30 Purpurlicht matt-normal, kaum abgeboben. — Gegendämmerung verschwindet.
6 33 Purpurlicht sinkt, matt, Hor.-Str. braun-gelb.
6 35 Purpurlicht stark gesunken, dunkler, Hor.-Str. orange.
6 40 Purpurlicht säumt die braun-gelben Hor.-Str.

März 3., 6.—10., 12.—15., 17.—18., 20. Mehr oder weniger bedekte Wolkenfärbungen und vorübergehende Rötung.

März. 4.—5. Nicht beobachtet.

März 26.—31. Prachtvolles Wetter, Beobachtungen verhindert.

* **März 1.**

6 13 (Sonnenuntergang). Himmel klar, einige Cirren im W. — Alpen etwas dunstig.
6 10 Hor.-Str. rot, mit seltsamen roten Streifen, gegen S. geneigt. — Alpen mattglühend, Gegendämmerung.
6 15 Alpenspitzen glühend, schöne Gegendämmerung.
6 20 Hor.-Str. sehr fahl, weissliche Aureole. — Alpen grau, dunstig, Gegendämmerung normal.
6 25 Hor.-Str. fahl, matt beginnendes Purpurlicht. — Alpen ganz im Dunst, Gegendämmerung verschwunden.
6 30 Purpurlicht matt-normal. — Im O. grau.

6 35 Purpurlicht sinkend, Hor.-Str. orange.
6 40 Purpurlicht erloschen, Hor.-Str. rot-orange.

* März 2.

6 14 (Sonnenuntergang). Himmel klar, einige Cirrocumuli. — Alpen sehr dunstig.
6 10 Hor.-Str. matt, rötlich, undeutliche Aureole. — Alpen ganz mattglühend, matte Gegendämmerung.
6 15 Alpen fast ganz im Dunst verschwunden.
6 20 Alpen im Dunst, Gegendämmerung matt.
6 25 Kaum angedeutetes Purpurlicht.
6 30 Mattes Purpurlicht. — Im O. grau.
6 32 Purpurlicht matt-normal.
6 35 Purpurlicht sinkend.
6 40 Purpurlicht säumt noch die Hor.-Str.

März 11. Unvollkommene Beobachtung bei bewölktem Horizont.

6 30 Rotbraun gesäumte weiss-gelbe Aureole.
6 35 Färbung abnehmend.
6 40 Hor.-Str. gelb-rot, kein Purpurlicht.
6 45 Desgleichen.
6 50 Matter-Rosa-Saum.
7 00 Hor.-Str. matt orangerot.

März 16.

6 35 (Sonnenuntergang). Himmel und Alpen prächtig klar, einige Cumuli im O.
6 30 Prachtvolles Alpenglühen.
6 40 Hor.-Str. braungelb, undeutliche Aureole. — Alpspitzen mattglühend, darüber rote Wolken und schwache Gegendämmerung.
6 45 W. Himmel desgleichen. — Alpen leichengrau, Wolken darüber grau, darüber matte Gegendämmerung.
6 50 Alpen weiss, keine Gegendämmerung.
6 55 Hor.-Str. fahlgelb, keine Aureole. — Alpen weiss, sehr hell.
7 00 Keinerlei Rötung, weder im W. noch im O. — Alpen sehr weiss.
7 05 Hor.-Str. sehr fahl, etwas ins Grünliche spielend. — Alpen farblos.
7 10 Hor.-Str. sehr fahl. — Alpen äusserst matt.

März 19.

6 38 (Sonnenuntergang). Himmel sehr klar, vor den Alpen einige Cumuli.
6 30 Alpenglühen.
6 40 Hor.-Str. hell, orange. — Alpenspitzen noch glühend.

6 45 Hor.-Str. fahler. — Alpen leichengrau, Gegendämmerung.
6 50 Ueber den Hor.-Str. eine weissliche Zone, darüber beginnendes Purpurlicht. — Alpen hell, weiss, Erdschatten, breite matte Gegendämmerung.
6 55 Purpurlicht deutlich, nicht abgehoben. — Alpen etwas rosa, Erdschatten, Gegendämmerung hoch und verschwommen.
6 58 Purpurlicht fast normal. — Alpen sehr hell, rosa, keine Gegendämmerung.
7 00 Purpurlicht sinkt.
7 03 Purpurlicht noch als rosa Saum an den gelben Hor.Str. — Alpen sehr schön rosa.
7 05 Hor.-Str. orange, kaum gesäumt. — Alpen dunkler, rosa.
7 10 Hor.-Str. orangerot, schmal.
7 15 Hor.-Str. matter, schmaler Feuerstreifen. — Alpen noch sichtbar.
7 20 Hor.-Str, braun-gelb-grünlich. — Alpen noch sichtbar.
7 25 Desgleichen.
7 30 Mond- und Sternenhimmel. Hor.-Str. äusserst schmal und schmutzig braum.

März 21.

6 41 (Sonnenuntergang). Himmel und Alpen äusserst klar.
6 30 Scheinbarer Sonnenuntergang, darüber kleine aber intensive goldene Aureole. — Alpen etwas matt glühend, dahinter rötlich-gelbe Gegendämmerung.
6 40 Noch Orangeschimmer im W. — Alpen mattglühend, normale Gegendämmerung.
6 45 Hor.-Str. fahlgelb, kaum eine Aureole. — Alpspitzen mattglühend, schöne, orangerote Gegendämmerung.
6 49 Alpspitzen eben erlöschend, Erdschatten, matte Gegendämmerung.
6 53 Hor.-Str. fahl, darüber grau-rötlicher Schimmer. — Alpen grauweiss, Erdschatten, matte Gegendämmerung.
6 55 Alpen etwas farbig, Gegendämmerung erlöscht.
7 00 Hor.-Str. fahl, mattes Purpurlicht, nicht abgehoben. — Alpen deutlich, mattrosa.
7 03 Purpurlicht matt und klein.
7 05 Purpurlicht sehr unbedeutend.
7 10 Hor.-Str. orange, kaum rosa gesäumt. — Alpen noch etwas matt rosa.
7 15 Hor.-Str. schmal und fahl.
7 20 Nur noch grünliche Streifen.

* März 22.

6 43 (Sonnenuntergang). Alpen wundervoll, Himmel sehr klar, einige Cirren im W.

6 35 Intensive Aureole über der Stelle des Sonnenunterganges. — Alpenglühen.

6 45 Hor.-Str. matt, orange. — Alpenspitzen matt glühend, Gegendämmerung.

6 48 Hor.-Str. fahl. — Alpspitzen im letzten Glühen, Erdschatten, Gegendämmerung.

6 50 Alpen leichengrau.

6 55 Unmerkliches Purpurlicht. — Alpen grau, matte Gegendämmerung.

7 00 Unmerkliches Purpurlicht. — Alpen matt rosa, keine Gegendämmerung.

7 05 Matte Hor.-Str. noch rot gesäumt. — Alpen mattrosa.

7 10 Hor.-Str. orange-gelb. — Alpen dunkler, etwas rosa.

7 15 Hor.-Str. matt, orange, schmal. — Alpen kaum sichtbar.

7 20 Hor.-Str. braun-gelblichgrün.

März 23. Himmel ziemlich klar, O. bedeckt.

6 45 Hor.-Str. ganz fahl, matte Rötung über der Wolkenwand.

6 50 Desgleichen.

6 58 Beginnendes Purpurlicht.

7 03 Mattes Purpurlicht.

7 06 Purpurlicht sinkend.

7 15 Hor.-Str. orange.

März. 24.

6 46 (Sonnenuntergang). Alpen und Himmel klar.

6 45 Hor.-Str. orange. — Alpenspitzen glühend, etwas Gegendämmerung.

6 50 Hor.-Str. fahl. — Letztes Alpenglühen, Gegendämmerung.

6 55 Alpen grau-weiss.

7 00 Unmerkliches Purpurlicht. — Alpen mattrosa, Gegendämmerung matt.

7 05 Sehr mattes Pupurlicht. — Alpen mattrosa.

7 10 Pupurlicht noch als matter Saum. — Keine Gegendämmerung.

7 20 Hor.-Str. orange, schmal.

7 25. Hor. Str. sehr schmal, braungelb, darüber grünlicher Himmel.

März. 25. Unvollkommene Beobachtung, Himmel etwas bewölkt.

6 50 Feuerrote Wolken im W. — Alpen sehr matt glühend.

7 00 Fahle Hor.-Str. — Alpen grau.

7 05 Desgleichen, keine Rötung.

7 14 Kein Purpurlicht.
7 20 Hor.-Str. schmal und fahl.

April 1.—2., 5.—16., 25. Nicht beobachtet.

April 3.—4., 17.—20., 22.–24., 26.—30. Himmel mehr oder weniger bewölkt, Wolkenfärbungen und unbedeutende Rötungen.

April 21.

7 23 (Sonnenuntergang). Alpen sehr klar, Himmel auch, nur im W. langgestreckte Cirrostratus.
7 26 Hor.-Str. rötlich, Wolkenstreifen grau. — Alpen mattrosa, darüber bräunliche Gegendämmerung.
7 30 Hor-Str. matt rötlich. — Alpen weiss, matt, keine Gegendämmerung.
7 35 Hor.-Str. matt gelblich, kein Purpurlicht. — Alpen schwach sichtbar.
7 40 Desgleichen.
7 45 Hor.-Str. fahl, kein Purpurlicht.
7 50 Hor.Str. sehr fahl.

Mai 1.—6., 8., 15.—28. Mehr oder weniger bedeckter Himmel.

Mai 9.—10., 13., 29.—31. Nicht beobachtet.

Mai 7. Summarische Beobachtung.
Mattes Alpenglühen, Aureole, allgemeines, mattes Purpurlicht Hor.-Str. bis nach 8 Uhr rot-golden.

Mai 11. Beobachtung etwas unvollkommen.

7 51 (Sonnenuntergang). Himmel und Alpen prachtvoll.
7 50 Hor.-Str. rot, rötlich-gelbe Aureole. — Letztes Alpenspitzenglühen.
7 55 Hor.-Str. rot-orange, Andeutung eines Purpurlichts. — Alpen rosa, Erdschatten, kaum Gegendämmerung.
8 00 Purpurlicht hellrot, gar nicht abgehoben. — Alpen rosa, Erdschatten, keine Gegendämmerung.
8 06 Purpurlicht sinkend und sich mit den goldenen Hor.-Str. verschmelzend. — Alpen matt rosa.
8 10 Purpurlicht tief, Hor.-Str. goldrot. — Alpen matt.
8 15 Purpurlicht erloschen.

Mai 12.

7 52 (Sonnenuntergang). Himmel und Alpen klar, einige Wolken am W. Horizont.
7 57 Ueber den Wolken goldgelbe Hor.-Str., darüber mattes Purpurlicht. — Alpen mattrosa, keine Gegendämmerung.
8 00 Purpurlicht normal, hellrot.
8 04 Purpurlicht stark gesunken. — Alpen matt, grau.

Mai 14. Alpen grächtig, Himmel ziemlich klar, Cumuli im W.
? Schönes Alpenglühen.
7 55 Hor.Str. goldgelb über den Wolken, darüber Wolkenfärbungen.— Alpen matt-rosa, keine Gegendämmerung.
8 00 Hor.-Str. goldgelb, Wolkenfärbungen in der Höhe, darunter hellrotes, mattes Purpurlicht. — Alpen rosa.
8 05 Keine Rötung mehr im W. — Alpen grau.
8 10 Hor.-Str. matt.

Juni 1.—3., 7., 12., 14., 18., 22., 25., 28.—29. Ungünstiger Abendhimmel.

Juni 4.—6., 9.—11., 13., 16.—17., 20.—21., 23.—24., 26.—27., 30. Nicht beobachtet.

*** Juni 8.**
8 20 (Sonnenuntergang). Himmel und Alpen ziemlich klar, grosse Cumuli im W.
8 20 Hor.-Str. fahl, rot-gelb, darüber grosser Cumulus. — Alpen oben etwas rosa.
8 25 Hor.-Str. etwas mehr rot, mattes Purpurlicht hinter den Cumuli. — Alpen matter.
8 30 Hor.-Str. golden Purpurlicht gelb-rot. — Alpen sehr matt rosa.
8 35 Purpurlicht matt-normal, klein (Bewölkung hat abgenommen). Alpen im Dunste verborgen.
8 40 Hor.-Str. goldrot, Purpurlicht erlöschend.
8 45 Hor.-Str. goldrot, matter.

Juni 15. Summarische Beobachtung.
8 22 (Sonnenuntergang). Wolken am W. Horizont, O. dunstig.
8 20 Hor.-Str. gelb, darüber gelbliche, ausgedehnte Aureole.
8 25 Aureole färbt sich gelbrot.
8 30 Aureole ist zum matten Purpurlicht geworden.
8 35 Mattes Purpurlicht, etwas dunkler, kleiner.
8 38 Purpurlicht matter und tief, Hor.-Str. dunkler.
8 40 Purpurlicht tief, matt-violett.

Juni 19. Stark veränderliche Bewölkung im W.
8 45—8 50. Dahinter sehr schönes Purpurlicht, Hor.-Str. goldrot.
8 55 Purpurlicht erloschen.

Juli 1.—2., 5.—11., 13., 21., 23.—26. Mehr oder weniger Bewölkung. Einzelne Rötungen, Wolkenfärbungen.

Juli 4., 12., 15.—16., 22., 29.—31. Nicht beobachtet.

Juli 3.
8 26 (Sonnenuntergang). Allmählige Aufheiterung, starker Dunst.
8 00 Deutliche, weisse Aureole, etwas rot gesäumt an den Seiten; darunter graue Dunst- und Wolkenschicht. — Alpspitzen kaum sichtbar, matt rot, darüber matte Rötung.

8 10 Aureole etwas gelblich. — O. desgleichen.
8 15 Aureole etwas rötlich-gelb. — O. desgleichen.
8 25 Aureole sehr matt. — Alpen kaum sichtbar, matt rosa, keine Gegendämmerung.
8 30 Aureole in gelblich-rotes Purpurlicht übergehend.
8 35 Desgleichen. — Im O. nicht mehr sichtbar.
8 40 Matter roter Saum über der Wolkenwand im W.

Juli 14.

8 21 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Alpen bedeckt.
8 20 Aureole.
8 25 Aureole geht in Purpurlicht über.
8 30 Purpurlicht fast normal. — Unmerkliche Gegendämmerung.
8 35 Purpurlicht desgleichen, abnehmend.
8 37 Purpurlicht unbedeutend.
8 40 Hor.-Str. matt rosa.

Juli 17.

8 19 (Sonnenuntergang). Himmel im ganzen klar, feine Cirren. Horizont etwas bewölkt, Alpen bedeckt.
8 15 Aureole, etwas rötlich.
8 20 Aureole in Purpurlicht übergehend.
8 25 Purpurlicht normal-schön, durch die vielen rotgefärbten Cirren eine netzadrige Struktur aufweisend.
8 30 Desgleichen. — Matte Gegendämmerung.
8 35 Purpurlicht tiefer, Cirren intensiv feuerpurpurrot. — Gegendämmerung.
8 38 Cirrenfärbung noch intensiv, Purpurlicht tiefer, sich mit den rotorange Hor.-Str. verschmelzend.
8 40 O. grau.
8 45 Purpurlicht und Cirrenfärbung fast ganz verschwunden, Hor.-Str. orange.
8 50 Hor.-Str. sehr matt.

Juli 18.

8 18 (Sonnenuntergang). Himmel ganz klar, Alpen ganz dunstig.
8 30 Hor.-Str. mattorange, mattes Purpurlicht. — Matte Gegendämmerung.
8 35 Purpurlicht normal, etwas netzadrig. — Gegendämmerung matter.
8 38 Purpurlicht schön, intensiver, dunkler, etwas sinkend und sich verschmelzend. — O. grau.
8 40 Purpurlicht tiefer.
8 44 Purpurlicht noch schön.
8 45 Purpurlicht säumt die schön roten Hor.-Str.

Juli 19.

8 18 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Alpen bedeckt.

8 25 Hor.-Str. matt orange, Purpurlicht matt. — Schwache Gegendämmerung.

8 30 Purpurlicht normal. — Gegendämmerung verschwommen.

8 35 Purpurlicht schwächer, kleiner. — Gegendämmerung erlöschend.

8 40 Purpurlicht noch deutlich.

8 45 Purpurlicht sinkt.

8 50 Hor.-Str. matt.

Juli 20.

8 17 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Alpen dunstig.

8 10 Matte Hor.-Str., darüber Aureole mit braumrotem Saum. — Alpen matt glühend, etwas Gegendämmerung.

8 15 Saum zum Purpurlicht sich ausbildend, Hor.-Str. braun-gelb. — Alpen matt rot, sehr dunstig.

8 20 Kein deutliches Purpurlicht.

8 25 Mattes Purpurlicht über orangegelben Hor.-Str. — Alpen kaum sichtbar.

8 27 Hor.-Str. rot, mit schwachem Saum.

8 30 Saum fast ganz erloschen.

Juli 27. Gegen 8½ Uhr schönes, ziemlich intensives Purpurlicht.

Juli 28. Zwischen 8 20 und 8 35 sehr schönes Purpurlicht. — Gegendämmerung.

August. Während eines Aufenthaltes in Grandchamp (am Neuenburgersee) wurden schöne Purpurlichter beobachtet am 3., 5., 9., 13. (wundervoll, mit prächtiger Gegendämmerung), 14., 17., 18. und 21., normale bis matte Purpurlichter am 2., 6., 12.

August 23.–24., 28., 31. Ungünstiger Abendhimmel.

August 22., 27. Nicht beobachtet.

August 25. Summarische, verspätete Beobachtung.

7 23 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Alpen bedeckt.

7 37 Purpurlicht normal. — Sehr schöne Gegendämmerung.

7 40 Schönes Purpurlicht, Hor.-Str. golden. — Gegendämmerung matter.

7 45 Purpurlicht sehr schön, dunkler, beginnt zu sinken.

7 50 Purpurlicht matt, Hor.-Str. dunkler. — Keine Gegendämmerung.

7 52 Kaum mehr Purpurschimmer. Hor.-Str. feurig.

August 26. Summarische Beobachtung.

7 22 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Alpen bedeckt.

7 35 Beginnendes Purpurlicht, etwas abgehoben. — Schöne Gegendämmerung.
7 40 Schönes Purpurlicht. — Gegendämmerung matt.
7 45 Purpurlicht stark gesunken. — Keine Gegendämmerung.
7 50 Purpurlicht bildet noch einen matten Saum über den goldenen Hor.-Str.
8 00 Aeusserst matte, bräunliche Hor.-Str.

August 29. Kurz vor Sonnenuntergang: schöne Aureole mit deutlichem rosafarbigem Rand (Bishop-Ring?) nachher zunehmende Bewölkung.

August 30. Sehr schönes Purpurlicht hinter der Bewölkung.

September 3—5., 12.—16., 22. Himmel mehr oder weniger bewölkt.

September 1.—2., 6., 10.—11., 21., 23.—30. Nicht beobachtet.

September 7. Sehr schönes Purpurlicht.

September 8. Sehr schönes Purpurlicht.

September 9. Sehr schönes Purpurlicht.

September 17. Summarische Beobachtung.
6 39 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Alpen duftig.
6 50 Beginnendes Purpurlicht.
6 55 Deutliches Purpurlicht mit 2—3 breiten Fächerstrahlen.
7 00 Schöne rote Fächerstrahlung in veränderter Neigung.
7 05 Purpurlicht kaum sichtbar.

September 18. Summarische Beobachtung.
6 37 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Alpen sehr duftig.
6 50 Fächeriges Purpurlicht.
6 55 Purpurlicht schön, vielfach gefächert.
7 00 Fächerstrahlen kürzer, stärker geneigt.
7 05 Purpurlicht erloschen.

September 19. Summarische Beobachtung.
6 35 (Sonnenuntergang). Himmel ganz klar, Alpen unsichtbar.
6 45 Mattes Purpurlicht.
6 50 Purpurlicht normal bis schön.
6 55 Purpurlicht sinkend.
7 00 Hor.-Str. schön dunkelpurpurn.
7 06 Hor.-Str. dunkelrot.

September 20. Normales Purpurlicht.

Oktober 11.—13., 17., 21.—22., 24.—27., 30.—31. Mehr oder weniger bewölkt.

Oktober 1.—9., 14.—16., 18.—20., 28.—29. Nicht beobachtet.

Oktober 10.
5 53 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Cumuli am Horizont. — Alpen etwas bedeckt.
5 45 Aureole. — Mattes Alpenglühen.

5 55 Hor.-Str. matt gelbbraun, undeutliche Aureole. — Alpen grau, keine Gegendämmerung.
6 00 Hor.-Str. mattgelb, kaum eine Aureole. — Alpspitzen mattrosa.
6 08 2–3 matte, rote Fächerstrahlen aus den Hor.-Str. emporschiessend.
6 10 Desgleichen.
6 15 Hor.-Str. rot, schmal, Purpurfächer erloschen.

Oktober 23.

5 29 (Sonnenuntergang). Bewölkung am W. Horizont, Alpen bedekt.
5 30 Helle Aureole, an den seitlichen Rändern deutlich rosa gesäumt, darunter Cumuli.
5 35 Fahle Hor.-Str., kein Saum mehr.
5 40 Fahle Hor.-Str., kein Purpurlicht.
5 45 Hor.-Str. mattorange, kein Purpurlicht.
5 50 Hor.-Str. ganz matt, etwas rot.

November 1.—6., 8.—9., 11.—13., 16., 18.—19., 26.—30. Partielle Bewölkung Wolkenfärbungen, unbedeutende Rötungen.

November 7., 10., 15., 20., 22.—25. Nicht beobachtet.

November 14. Purpurlicht matt-normal.

November 15. Keine wesentliche Rötung.

November 17. Hinter Wolken schönes Purpurlicht zwischen 5 10 und 5 20. Von 5 20 bis 5 30 feurige Hor.-Str.

November 21. Sehr schönes Purpurlicht zwischen 5 05 und 5 15.

Dezember 2.—3., 5., 6., 8., 12.,14., 15., 19., 21., 25.—31. Partielle Bewölkung.

Dezember 1. Nicht beobachtet.

Dezember 4.

4 43 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Alpen prachtvoll.
4 55 Purpurlicht matt-normal. Hor.-Str. matt. — Alpen rosa, Gegendämmerung,
4 58 Purpurlicht stark gesunken. — Alpen rosa.
5 01 Purpurlicht erloschen, Hor.-Str. fahl. — Alpen rosa, keine Gegendämmerung.
5 05 Hor.-Str. gelb-orange. — Alpen weisslich.
5 10 Hor.-Str. äusserst schmal. — Alpen grauweiss.

Dezember 7.

4 42 (Sonnenuntergang). Himmel klar, Alpen wundervoll; einige Cumulusstreifen am W. Horizont.
4 36 Alpen in intensivem winterlichen Alpenglühen (seitliche Beleuchtung).
4 40 Hor.-Str. fahlgelb, unbedeutende Aureole. — Alpspitzen noch matt lühend, dahinter Gegendämmerung.

4 45 Beginnendes Purpurlicht. — Alpspitzen gerade noch leuchtend. Erdschatten, Gegendämmerung matt-normal.
4 50 Mattes Purpurlicht. — Matte Gegendämmerung.
4 53 Purpurlicht matt und klein, etwas abgehoben. — Alpen rötlich, kaum mehr Gegendämmerung.
4 55 Purpurlicht erlöschend.
5 00 Hor.-Str. gelbrot.

Dezember 9. Nochmals abgehobenes Purpurlicht.

Dezember 10. Mattes normales Purpurlicht.

Dezember 11. Hinter starker Bewölkung schönes Purpurlicht.

Dezember 13.

4 11 (Sonnenuntergang). Himmel klar Cumuluswand westlich von der Sonnenuntergangsstelle, Alpen prächtig.
? Alpenspitzen glühend.
4 50 Kleiner, dunkler, roter Flecken ziemlich hoch über der Sonnenuntergangsstelle (?). — Alpen hell, gelblich, keine Gegendämmerung.
4 52 Noch kein Purpurlicht, Flecken verschwunden (?).
4 55 Ausgedehntes, normales Purpurlicht. — Alpen rosa.
4 56 Purpurlicht normal bis schön.
5 00 Purpurlicht sinkt ein wenig. — Alpen fast glühend.
5 02 Purpurlicht sinkt rasch und etwas fächerig. — Alpen schön rosa.
5 05 Noch roter Saum. — Alpen matt rosa.
5 10 Hor.-Str. ganz schmal, matt.

Dezember 16.

4 40 (Sonnenuntergang). Himmel fast absolut klar, Alpen sehr duftig.
4 35 Matte, schmutzig-rote bis bräunliche Hor. Str., darüber weissliche Aureole, schwach braunrot gesäumt. — Alpen mattglühend, dahinter Gegendämmerung.
4 40 Hor.-Str. etwas ins grünlich-gelbe übergehend, Aureole unmerkmerklich, kein Saum. — O. wie zuvor.
4 45 Hor.-Str. matt, rot-gelb (bis grünlich), darüber Andeutung eines matten Schimmers. — Alpspitzen gerade noch matt glühend, matte Gegendämmerung.
4 48 Mattes, etwas abgehobenes Purpurlicht.
4 51 Hor.-Str. orange-gelb, Purpurlicht matt und mässig ausgedehnt. Alpen grau (Cumulus-Schatten?), Gegendämmerung matt,
4 54 Hor.-Str. gelblich, Purpurlicht gut abgehoben, normal. — Alpen etwas rosa, Gegendämmerung matt.
4 55 Purpurlicht schön.

4 58 Hor.-Str. gelb bis grünlich, Purpurlicht schön. — Alpen mattrosa, Gegendämmerung schwach.
5 00 Hor.-Str. goldgelb, Purpurlicht schön, sinkend.
5 02 Purpurlicht sehr schön, sich verschmelzend (Beobachtung an einem andern Standort zeigt eine allgemeine violette Gegendämmerung am ganzen Horizont, bis zum Monde sich erhebend).
5 05 Hor.-Str. golden, Purpurlicht sinkt dunkelrot.
5 10 Hor.-Str. feuerrotglühend, breiter Purpursaum. Beobachtung unterbrochen.

Dezember 17.

4 40 (Sonnenuntergang) Himmel sehr klar, ganz feine Cirrostratus am W. Hor. — Alpen klar.
4 35 Hor.-Str. noch golden leuchtend, unbedeutende Aureole. — Alpen schwach glühend, etwas Gegendämmerung dahinter.
4 40 Hor.-Str. orange-gelb, Aureole unmerklich. — Alpspitzen ziemlich intensiv glühend, Gegendämmerung sehr matt.
4 45 Hor.-Str. matt, gelblich, darüber ganz schwach leuchtende, feine Cirrostratus. — Alpspitzen gerade noch glühend, Gegendämmerung sehr matt.
4 48 Über den Hor.-Str. zeigen sich ziemlich bedeutende, zahlreiche, schwach leuchtende Wolkenstreifen. — Alpen grau, Gegendämmerung matt.
4 50 Hor.-Str. matt orange; ganze Zone des sonstigen Purpurlichtes von hellrot leuchtenden Streifen erfüllt. — O. wie zuvor.
4 55 Desgleichen, Färbungen mehr dunkelrot.
4 58 Intensive Färbung dieser Wolkenstreifen (den Gesamteindruck eines schönen, abgehobenen Purpurlichtes hervorrufend). — Alpen etwas mattrosa, matte Gegendämmerung.
5 00 Intensive, dunkel-feuerrote Wolkenzone. — Alpen etwas rosa.
5 02 Bei verändertem Standort: allgemeines, schönes Purpurlicht. — Allgemeine Gegendämmerung am Horizont.
5 05 Hor.-Str. golden, Purpurlicht schön, dunkel.
5 15 Hor.-Str. goldrot, noch deutlich rot gesäumt.

Dezember 18.

4 40 (Sonnenuntergang) Himmel erfüllt mit feinen Cirren, am W.-Hor. langer Cumulusstreifen. — Alpen klar.
4 55 Allgemeine Cirrusfärbungen, kaum Purpurlicht dahinter.
5 00 Hor.-Str. gelb, Purpurlicht normal, darüber leuchtende Cirren. — Alpen mattrosa, matte Gegendämmerung.
5 05 Hor.-Str. orangegelb, Purpurlicht sinkend. — Alpen mattrosa, Gegendämmerung erlöschend.

5 10 Hor.-Str. orange, noch rot gesäumt. — Alpen kaum sichtbar.
5 15 Hor.-Str. matt feuerrot. — O. grau.
5 20 Hor.-Str. schmal, matt dunkelrot.

Dezember 20.

4 42 (Sonnenuntergang) Himmel und Alpen ganz wundervoll (s. jedoch später).
4 27 Scheinbarer Sonnenuntergang.
4 30 Hor.-Str. orange-gelblich, fahl, unbedeutende Aureole. — Alpen prächtig beleuchtet (seitlich), orange Gegendämmerung dahinter.
4 35 Hor.-Str. schmutzig rot-gelb, fahl, kaum Aureole. — Alpen von partiellem Schatten bedeckt.
4 40 Hor.-Str. orange-gelblich, fahl, kaum Aureole. — Alpspitzen sehr schön leuchtend, matte Gegendämmerung.
4 45 Hor.-Str. ganz fahl, schwache Andeutung eines Beginnes des Purpurlichtes. — Alpspitzen noch glühend, normale Gegendämmerung.
4 48 Jungfrau eben erloschen.
4 49 Finsteraarhorn eben erloschen.
4 50 Alpen grau, matte Gegendämmerung.
4 51 Hor.-Str. gelblich, Purpurlicht in ziemlicher Höhe merklich. — Alpen hell, Gegendämmerung matt-normal.
4 54 Hor.-Str. gelblich, Purpurlicht matt, abgehoben (darunter zeigen sich zahlreiche, langgestreckte, feine Cirrusstreifen). — Alpen weisslich, matte Gegendämmerung.
5 00 Hor.-Str. braun-gelb, Purpurlicht matt-normal, abgehoben. — Alpen mattrosa, Gegendämmerung verschwindend.
5 03 Purpurlicht matt-normal, gut abgehoben. — Keine Gegendämmerung.
5 05 Purpurlicht normal, dunkler, gerade in der Höhe der sichtbaren Venus abgehoben. — Alpen hellrosa.
5 07 Purpurlicht normal-schön, sinkend, noch abgehoben. — Alpen dunkler rosa.
5 10 Purpurlicht normal-schön, merklich gesunken und mit ihm auch die Grenzlinie von den orange-goldenen Hor.-Str., also immer noch abgehoben. — Alpen noch dunkelrosa.
5 15 Purpurlicht erloschen, Hor.-Str. goldorange. — Alpen noch schwach rosa.
5 20 Hor.-Str. orangerot. — Alpen noch etwas rosa.
5 25 Hor.-Str. schmal und matt. — O. fast ganz grau.

Dezember 22. Himmel und Alpen ganz wundervoll. Dennoch Alpenglühen nicht besonders intensiv. Hor.-Str. gelblich, früh

erblassend. Um 4 55, 5 00, 5 05, 5 10 kein deutliches Purpurlicht wahrnehmbar.

Dezember 23.

4 44 (Sonnenuntergang) Himmel ziemlich klar, zahlreiche Cirrocumuli, Alpen klar, dunstig.

4 45 Hor.-Str. orange-gelb, etwas Wolkenfärbungen. — Alpspitzen nur mattglühend, Gegendämmerung.

4 50 Hor.-Str. gelb, fahl, Wolken rosa gefärbt. — O. im Dunst und Rauch verschwindend.

4 55 Wolkenfärbungen, noch kein Purpurlicht. — Alpen äusserst mattrosa.

5 00 Hor.-Str. fahl, darüber blauer Himmel; darüber in bedeutender Höhe ein mattes Purpurlicht beginnend. — Alpen ganz mattrosa.

5 02 Purpurlicht matt, sehr deutlich abgehoben, nicht ausgedehnt.

5 04 Purpurlicht normal, abgehoben, sinkend. — O. grau.

5 07 Purpurlicht stark gesunken, immer noch deutlich abgehoben.

5 08 Purpurlicht bildet breite Fächerstrahlen.

5 10 Letzte Fächerstrahlen, zum Teil immer noch abgehoben.

5 15 Hor.-Str. rotorange-gelb, noch einige Rosaschimmer darüber, Cirren werden etwas farbig.

5 20 Hor.-Str. mattrot bis grünlichgelb.

5 25 Hor.-Str. ganz matt.

Dezember 24.

4 44 (Sonnenuntergang) Himmel ziemlich klar, lange Cumuli am ganzen Horizont, einige Cirren, Alpen dunstig.

4 45 Hor.-Str. fahl, Cumuli dunkel, Cirren rosa. — Alpen im Schatten, etwas Wolkenfärbung.

4 50 Veränderte Wolkenfärbungen.

4 55 Kaum beginnendes, mattes Purpurlicht.

5 00 Purpurlicht matt-normal, klein.

5 05 Purpurlicht sinkend.

5 10 Hor.-Str. unter den Cumuli orangerot, Purpurlicht noch als letzter schwacher Saum.

E. König.

Prüfungsresultate betreffend ein elektrisches Widerstandsthermometer.

Bei vielen physikalischen Arbeiten kommt man in die Lage, Temperaturmessungen vornehmen zu müssen an Orten und unter Umständen, welche die Anwendung, beziehungsweise die Ablesung vom Quecksilberthermometern kompliziert gestalten, manchmal sogar fast unmöglich machen. Das im nachfolgenden in seinen Leistungen zu beschreibende Instrument gehört zur Klasse der Widerstandsthermometer. Das Prinzip, die Aenderung des Widerstandes eines Leiters mit der Temperatur zur Konstruktion von Thermometern zu benutzen, eignet sich besonders zur Messung von mittleren und niedrigen Temperaturen, aber weniger für hohe, da bei hohen Temperaturwerten der spezifische Widerstand und der Temperaturcoefficient so ziemlich aller Leiter leicht dauernde Veränderungen erfahren. So wird man auch bei Verwendung geeigneter Materialien 600° C. mit Widerstandsthermometern selten überschreiten; oberhalb dieser Grenze finden die thermoelektrischen Pyrometer ihre Anwendung bis 1700° und darüber hinaus die Strahlungspyrometer.

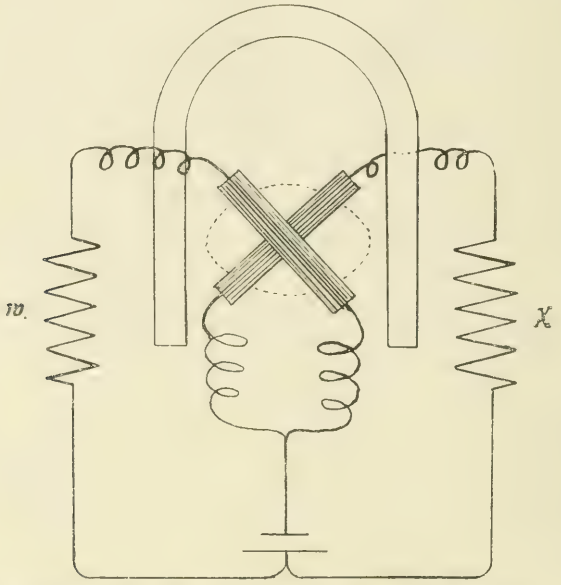
Das Instrument, von dem hier die Rede sein soll, ist nach dem allgemeinen Schema der Widerstandsthermometer[1]) in nachfolgender Ausführungsform durch die Firma Hartmann & Braun in Frankfurt a. M. für die eidgenössische Eichstätte hergestellt worden.

Es besteht im wesentlichen aus einem Differentialdrehspulgalvanometer in Verbindung mit einem konstanten und einem variablen Widerstand.

In dem ungleichförmigen Magnetfeld, welches durch einen Dauermagneten mit cylindrischen Polschuhen und einem zentralen Eisenkern von ovalem Querschnitt erzeugt wird, ist ein System von zwei gekreuzten, fest mit einander und mit einer

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Heft 22, 1906.

zentralen Achse verbundenen Spulen leicht drehbar so angeordnet, dass es weder durch die Schwerkraft, noch durch irgend eine andere Richtkraft, z. B. diejenige einer Feder merklich beeinflusst wird. Beide Spulen sind, wie die Figur zeigt, in



Parallelschaltung an die Stromquelle (1 Akkumulator) angeschlossen und in den Stromkreis der einen Spule ist ein unveränderlicher Manganinwiderstand (W), in denjenigen der andern das Platinwiderstandsthermomether (X) eingeschaltet. Die Wickelungsrichtung der Spulen ist so gewählt, dass sich beide Spulen unter dem Einfluss des Magneten und des Messtromfeldes in entgegengesetztem Sinne zu drehen suchen. Während nun im stromlosen Zustande das Spulensystem keine bestimmte Ruhelage besitzt, stellt es sich bei Stromschluss so ein, dass der Gesamtdrehmoment gleich Null wird. In diesem Fall ist der Winkel, um welchen sich das Spulenpaar und der mit ihm verbundene Zeiger gegen eine feste Ebene drehen, lediglich eine Funktion des Thermometerwiderstandes und somit der Temperatur des Platindrahtes, aber unabhängig von der Spannung der Stromquelle.[1] Der Verlauf der Temperaturskala

[1] Loc. cit.

hängt ab von der Kraftlinienverteilung im Magnetfelde und lässt sich durch Variation der Form des Eisenkernes den gewünschten Zwecken anpassen.

Der Messerzeiger des Instrumentes spielt zur Vermeidung der Parallaxe, wie üblich, über einem Spiegelbogen auf einer Skala, welche den Messbereich von 10° C. bis 30° C. umfasst, mit Einteilung in $^2/_{10}$° C. Die Striche sind nicht vollkommen aequidistant, die Abstände der einzelnen $^2/_{10}$ Gradintervalle sind, filarmikrometrisch ausgemessen, die folgenden:

10°—11°	0.58 mm	20°—21°	0.46 mm
11 —12	0.55 „	21 —22	0.46 „
12 —13	0.54 „	22 —23	0.46 „
13 —14	0.54 „	23 —24	0.46 „
14 —15	0.51 „	24 —25	0.45 „
15 —16	0.45 „	25 —26	0.44 „
16 —17	0.45 „	26 —27	0.44 „
17 —18	0.45 „	27 —28	0.46 „
18 —19	0.45 „	28 —29	0.46 „
19 —20	0.45 „	29 —30	0.48 „

Mittlere Breite eines $^2/_{10}$° Interwalles = 0.48 mm.

Die Platinthermometer I und II, welche nacheinander vermittelst eines mit Platinkontakten armierten Umschalters an den Anzeigeapparat angelegt werden, haben 46.58 Ohm Widerstand bei 20° C. und sind folgendermassen konstruiert. Der mit Seide umsponnene Platindraht hat einen Durchmesser von 0.08 mm; die Länge beträgt ca. 2 m. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit ist zwischen die einzelnen Platindrahtwindungen der spiralförmig aufgewickelten flachen Spule blanker Silberdraht von 0.12 mm Durchmesser gewickelt. Die Länge des letztern beträgt ebenfalls ca. 2 m. Diese flache Spule, die das eigentliche Thermometer darstellt, ist mittelst Isolierlack auf eine mattschwarze Scheibe (Durchmesser 25 mm) aufgeklebt, welche aus Kupferblech von 0.05 mm Dicke angefertigt ist. Die Spirale samt ihrer Umhüllung ist durch vier Stützen an einer Messingröhre von 35 cm Länge befestigt, durch deren Hohlraum die Ableitungsdrähte zu Anschlussklemmen am obern Ende der Röhre führen. Diese spezielle Ausführungsform der Thermometer wurde gewählt, um durch Auflegen der Platinspiralen auf

Metallstäbe in Comparatoren (neben anderweitigen Anwendungen) schnelle Temperaturmessungen von mittlerer Genauigkeit auszuführen. Es bedarf wohl keines besonderen Hinweises, dass, entsprechend der Methode der Messung, die Isolation sämtlicher Leitungszweige eine gute sein muss.

Zur Prüfung der Richtigkeit des Anzeigeapparates wurden die Thermometer sowohl im Flüssigkeits- (Petrol) Bad, als auch im Luftbad untersucht und zwar in nachstehend beschriebener Weise.

a) Prüfung im Petrolbad.

Der Prüfungsapparat besteht aus einem ca. 20 Liter Flüssigkeit fassenden, innen verzinnten Kupferkessel von 32 cm Höhe. Dieses innere Gefäss steht auf Korkunterlagen, durch einen Luftraum von 3 cm getrennt in einem aussen vernickelten Kupfergefäss von 34 cm Durchmesser. Dieser äussere Cylinder seinerseits ist von einem dicken Filzmantel umgeben und dieser wiederum mit einer nach Bedarf ersetzbaren Umhüllung von galvanisch vernickeltem Karton. (Bezugsquelle: Fabrik für galvanische Metallwaren in Berlin N 39 Gerichtsstrasse 2.) Beide Kupfergefässe sind durch übergreifende vernickelte Kupferdeckel abgeschlossen. Die Deckel besitzen 10 korrespondierende konzentrische Löcher von 3 cm Durchmesser, damit gleichzeitig eine Anzahl Instrumente zusammen geprüft werden kann. In der Höhe verstellbare runde Führungsplatten mit gleichfalls 10 korrespondierenden Oeffnungen und einem Siebboden erlauben die Einstellung der zu prüfenden Instrumente in der gewünschten Höhe bei stets vertikaler Lage. Die Heizung der Flüssigkeit geschieht durch einen in der Axe der Gefässe zentral angeordneten cylindrischen Heizkörper von 8 cm Durchmesser und 36 cm Höhe, System «Electra» (Wädensweil) mit dreifacher Regulierung für 400, 800, 1200 Watt Energiezufuhr (bei 120 Volt). Ein vorgeschalteter Hilfsrheostat (Ruhstrat in Göttingen) gestattet auch bei hohen Temperaturen die Stromzufuhr so zu regulieren, dass gerade die Wärmeverluste durch Abkühlung kompensiert werden können und so das Bad auf konstanter Temperatur bleibt. Die innige Mischung der Flüssigkeit vollzieht sich durch einen Luftstrom, welcher vermittelst eines Gebläses durch eine den Heizkörper zentral durchsetzende Rohrleitung,

die sich unten in 6 mit zahlreichen Oeffnungen versehene Röhren gabelt, aufsteigt. Bekanntlich wirkt diese Art des Umrührens der Flüssigkeit überaus energisch und die Befürchtung einer Störung des Temperaturgleichgewichtes ist bei der kleinen Wärmekapazität der Luft, der Erfahrung entsprechend, unbegründet. Die ganze Vorrichtung ist auf Rollen auf einer eisernen Platte gelagert und um ihre Achse drehbar. — Dieser vorstehend beschriebene Apparat wurde nach Angaben des Schreibenden von der Firma Elektra in Wädensweil in vorzüglicher Weise hergestellt.

b) Prüfung im Luftbad.

Das Quecksilbernormalthermometer befand sich unmittelbar neben den elektrischen Thermometern I und II, so dass die Mitte des Quecksilbergefässes in derselben Horizontalen lag wie die ebenen Flächen von I und II, im Innern eines Glaskastens von 65 × 85 × 85 cm in halber Höhe desselben und im vorderen Teil, während im hintern Teil, abgetrennt durch eine perforierte Scheidewand, ein elektrischer Heizwiderstand angebracht war, dessen Wärme durch einen Ventilator dem Luftbad mitgeteilt wurde. Sämtliche Thermometer befanden sich ausserdem vor Strahlungseinflüssen geschützt, in einem doppelmanteligen Cylinder aus galvanisch vernickeltem Karton. Es war auch hier möglich, durch genügend abgestufte Heizung und Variation der Tourenzahl des Ventilators, ausreichendes Temperaturgleichgewicht zu erhalten.

Was die zur Kontrolle dienenden Quecksilberthermometer anbelangt, so beziehen sich die Temperaturangaben auf eines der Hauptnormalthermometer der eidgenössischen Eichstätte, Tonnelot Nr. 4320 (verre dur), welches mit Anwendung aller Vorsichtsmassregeln eine Genauigkeit von $^1/_{1000}{}^0$ C. ermöglicht. Die Art und Weise der Reduktion der Angaben desselben ergibt sich aus dem nachfolgenden Beispiel, wobei bemerkt sein möge, dass der Abstand der Mitte des Quecksilbergefässes bis zum Nullpunkt 59 mm, die Eintauchtiefe des Thermometers in Petrol 220 mm betrugen, der abgelesene Barometerstand auf 0° C. Normalschwere unter 45° Breite und im Niveau des Meeres reduziert ist.

	Aeusserer Druck	Aeusser Druck bei der Nullpunktskorrektion	
Barometerstand	710,0 mm	710,0 mm	
220 mm Petrol	13,0 „		
59 „	—	4,3 „	
	723,0 mm	714,3 mm	
Rohe Ablesung		24.300° C	— 0.010° C
Korrektionen a) Caliber		+ 0.023 „	— 0.001 „
Korrektionen b) äusserer Druck		+ 0.004 „	+ 0.005 „
Korrektionen c) innerer Druck		+ 0.028 „	+ 0.007 „
Korrektionen d) Nullpunk		— 0.001 „	+ 0.001 „
		24.354° C	
Reduzierte Ablesung		24,354° C	
Korrektion des Fundamentalintervalles		— 0.019° „	
Temperatur in Hg-scala (verre dur)		24.335° C	
Korrektion auf die internationale Wasserstoffscala		— 0.095° „	
Temperatur in der H-scala		24.240° C	

Da das elektrische Thermoter mit unbewaffnetem Auge höchstens die $^5/_{100}$° C sicher abzulesen gestattet, vor allem aber, weil die Konstanz der Zeigereinstellung Unsicherheiten von derselben Grössenordnung aufwies, wurde in der Folge von der Benutzung des Tonnelotthermometers abgesehen und als Quecksilberthermometer eines der Kontrollnormalthermometer Nr. 28969 der Eichstätte benutzt, das, in $^1/_{10}$° geteilt, in Bezug auf seine Fehler genau nach dem Tonnelot geprüft war, und dessen kleineres Quecksilbergefäss es befähigte, Temperaturänderungen schneller zu folgen als das Hauptnormal mit seinem grossen Quecksilberreservoir.

Bei der Vergleichung im Luftbad erreicht das elektrische Thermometer infolge der Wärmeentwicklung im Widerstand nicht sofort seinen normalen Stand, sondern der Anschlag wächst zunächst schnell, dann langsamer und erst nach einigen Minuten wird der Zeigerstand ziemlich stationär, wie die folgenden beliebig herausgegriffenen zwei Beobachtungsreihen zeigen. Die in

Klammern beigefügten Ziffern geben die Zahl der Minuten an, welche seit Beginn einer Versuchsserie, bezw. seit Stromschluss verstrichen sind.

	Normalthermometer	elekt. Thermometer	Differenz
	O	N	I	
(0 Min.)		25.92	25.40	+ 0.52
(1)	„	91	50	+ 0.41
(2)	„	93	60	+ 0.33
(3)	„	98	65	+ 0.33
(4)	„	09	78	+ 0.31
(5)	„	16	84	+ 0.32
(6)	„	21	88	+ 0.33
(7)	„	23	94	+ 0.29
(8)	„	23	95	+ 0.28
(9)	„	23	95	+ 0.28
(10)	„	25	97	+ 0.28
		N	II	Differenz
(0 Min.)		15.94° C	15.45° C	+ 0.49° C
(1)	„	94 „	70 „	+ 0.24 „
(2)	„	95 „	88 „	+ 0.07 „
(3)	„	96 „	90 „	+ 0.06 „
(4)	„	97 „	92 „	+ 0.05 „
(5)	„	97 „	92 „	+ 0.05 „
(6)	„	98 „	94 „	+ 0.04 „
(7)	„	98 „	94 „	+ 0.04 „
(8)	„	99 „	96 „	+ 0.03 „
(9)	„	99 „	96 „	+ 0.03 „
(10)	„	16.00 „	98 „	+ 0.02 „

Praktisch genügt eine Wartezeit von 2 Minuten, die nachher noch eintretenden Aenderungen in der Zeigereinstellung betragen im allgemeinen nur Hundertstel-Grad. Vor jeder Ablesung wird das Instrument durch Anklopfen mit dem Finger schwach erschüttert, um Reibungshindernisse zu beseitigen. Ausdrücklich sei bemerkt, dass die Zahlenangaben für die elektrischen Thermometer I und II in der zweiten Dezimile unsicher sind, da es nicht möglich ist von blossem Auge die Hundertstel-Grade mit Sicherheit zu schätzen. Von der Verwendung optischer Hilfsmittel für die Ablesung von I und II wurde von vorneherein abgesehen, als es sich erwies,

dass unter gleichen Bedingungen zu verschiedenen Zeiten ausgeführte Beobachtungsserien Differenzen aufweisen konnten von 0.1 bis 0.2 Graden. Die Quecksilberthermometer dagegen wurden mit einem Filarmikroskop abgelesen.

Da die elektrischen Thermometer bei ihrer geringen Wärmekapacität dem Quecksilberthermometer um so mehr voreilten, je rascher die Temperaturvariation im Luftbad sich vollzog, mussten die Vergleichungen in Luft entweder bei während längerer Zeit hindurch konstant erhaltener Temperatur erfolgen, oder aber das Mittel aus Versuchsreihen, bei (in gleichen Zeitinterwallen) steigender und sinkender Temperatur genommen werden (Temperaturgefälle ca. $^1/_{10}{}^0$ pro Minute). Beide Wege wurden eingeschlagen; überhaupt sei erwähnt, dass die hier niedergelegten Bemerkungen allgemeiner Natur über das Verhalten dieser Art von Instrumenten, sowie die nachfolgenden Korrektionswerte für die Gradintervalle, das Resultat von 1020 Einzelvergleichungen unter verschiedenen äusseren Bedingungen darstellen. Das Vorzeichen + bei den elektrischen Thermometern bedeutet eine positive Korrektion, sie zeigen also um den angegebenen Betrag zu niedrig.

Korrektionstabelle der elektrischen Thermometer I und II

bei Prüfung

	a) im Petrolbad		b) im Luftbad	
	I	II	I	II
bei 10° C	+ 0.65° C	+ 0.50° C	+ 0.25° C	+ 0.10° C
„ 11 „	+ 0.62 „	+ 0.50 „	+ 0.25 „	+ 0.10 „
„ 12 „	+ 0.60 „	+ 0.50 „	+ 0.25 „	+ 0.10 „
„ 13 „	+ 0.60 „	+ 0.50 „	+ 0.25 „	+ 0.10 „
„ 14 „	+ 0.60 „	+ 0.55 „	+ 0.25 „	+ 0.10 „
„ 15 „	+ 0.60 „	— 0.55 „	+ 0.25 „	+ 0.10 „
„ 16 „	+ 0.60 „	+ 0.58 „	+ 0.25 „	+ 0.10 „
„ 17 „	+ 0.68 „	+ 0.58 „	+ 0.28 „	+ 0.10 „
„ 18 „	+ 0.68 „	+ 0.58 „	+ 0.30 „	+ 0.10 „
„ 19 „	+ 0.70 „	+ 0.58 „	+ 0.32 „	+ 0.12 „
„ 20 „	+ 0.72 „	+ 0.58 „	+ 0.34 „	+ 0.12 „
„ 21 „	+ 0.73 „	+ 0.58 „	+ 0.34 „	+ 0.12 „
„ 22 „	+ 0.74 „	+ 0.60 „	+ 0.34 „	+ 0.12 „

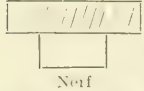
	a) im Petrolbad		b) im Luftbad	
	I	II	I	II
bei 23° C	+ 0.74° C	+ 0.60° C	+ 0.35° C	+ 0.12° C
„ 24 „	+ 0.74 „	+ 0.58 „	+ 0.35 „	+ 0.12 „
„ 25 „	+ 0.65 „	+ 0.58 „	+ 0.37 „	+ 0.10 „
„ 26 „	+ 0.64 „	+ 0.50 „	+ 0.37 „	+ 0.10 „
„ 27 „	+ 0.60 „	+ 0.45 „	+ 0.33 „	+ 0.10 „
„ 28 „	+ 0.58 „	+ 0.45 „	+ 0.30 „	+ 0.10 „
„ 29 „	+ 0.62 „	+ 0.43 „	+ 0.30 „	+ 0.12 „
„ 30 „	+ 0.63 „	+ 0.43 „	+ 0.30 „	+ 0.15 „
Mittel:	+ 0.65° C	+ 0.53° C	+ 0.30° C	+ 0.11° C

Wie man aus der vorstehenden Zusammenstellung ersieht, zeigen sich zwischen den Vergleichungen im Flüssigkeits- und Luftbad innerhalb der Grenze der möglichen Ablesungsfehler konstante Differenzen von im Mittel 0.35° C, bezw. 0.42° C bei den Thermometern I u. II.

E. König.

Mitteilung über Längenänderungen bei einer Präzisionsmire.

Am 22. November 1907 wurde der eidg. Eichstätte vom eidg. hydrometrischen Bureau eine Präzisionsmire zur Messung eingesandt, welche, wie die nachfolgenden Zeilen zeigen, in relativ kurzer Frist anormal grosse Längenänderungen aufwies. Zum bessern Verständnis ist es angezeigt, folgende Bemerkungen über die Provenienz der Mire vorauszusenden. Die Messlatte wurde von der Firma Kern & Cie. in Aarau im Juni 1905 fertiggestellt. Sie hat eine Länge von 3 m und ist durchgehends in mm geteilt. Sie besitzt die übliche Form des Querschnittes (vid. Fig.),



der Nerf ist auf den Hauptkörper aufgeleimt und mit ihm verschraubt. Das Alter des zu der Mire verwendeten Rottannenholzes dürfte, laut Mitteilung der Firma Kern & Cie. mit acht Jahren nicht zu hoch angesetzt sein. Das Anstrichverfahren ging nach der Methode der Landestopographie vor sich. Die Latten wurden geschliffen, dann folgt als erste Behandlung ein Ripolinspachtelüberzug, der nach vollständiger Erhärtung sorgfältig abgeschliffen wird; dann beginnt man mit den eigentlichen Ripolinanstrichen. Die in Frage stehende Mire wurde 14 mal überstrichen; je nach dem dritten Strich wurde die Fläche wieder plan geschliffen und sodann folgten noch zwei Anstriche, so dass zuletzt der Holzkörper mit einer emailartigen Farbschicht von $^3/_4$ bis 1 mm Dicke bedeckt war, einer Schicht, welche gestattet, dass die Teilstriche sauber werden und dass deren Gleichheit nicht abhängig ist von den Jahrringen des Holzes. Die Mire war während acht Monaten in Arbeit, es war also zu der Herstellung alle nötige Sorgfalt angewendet worden. Als Teilung trägt sie die Kopie des Normalmeters der Firma Kern, die Teilarbeit nahm drei Tage in Anspruch, da per Tag gerade ein Meter kopiert wurde.

Die Mire wurde in der Folge vom eidg. hydrometrischen Bureau zur Ausstellung nach Mailand geschickt, wo sie vom Mai bis Dezember 1906 blieb. Im Felde wurde sie gebraucht im Kanton Tessin vom 11. bis 17. Juli 1907 und im Kanton Luzern vom 10. September bis 8. Oktober 1907. In Bern wurde sie sodann bis zum 22. November magaziniert in einem Raume des hydrometrischen Bureau, welcher zur Zeit der Messung 90 % Feuchtigkeit aufwies. Als die Latte am 22. November der eidg. Eichstätte zur Messung zugestellt wurde, befand sie sich, abgesehen von einigen Defekten des Farbüberzuges, in tadellosem Zustand.

Die Prüfung der Latte erfolgte mit Hülfe des im Jahre 1907 durch die «Société genevoise pour la Construction d'Instruments de Physique et de Mécanique» neuerbauten geodätischen 3 m Comparators der eidg. Eichstätte. Die im vorliegenden Falle zur Messung verwendeten Filarmikroskope besitzen 18fache Vergrösserung, die Höhe des Schraubenganges des Mikrometers beträgt 0,25 mm, ein Teilstrich der hundertteiligen Trommel entspricht einem Mikron. Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes erfolgt durch 8-voltige Osramlampen von maximal 8 HK Lichtstärke; die Glühlampen befinden sich in, am Mikroskopträger, in beliebiger Entfernung einstellbaren Metallkapseln, die nur nach der Seite der Mikroskopobjektive freie, durch Mattscheiben überdeckte, Oeffnungen besitzen. Das von den Mattscheiben ausgehende Licht wird nach Passierung einer Linse von einer dünnen planparellen Glasplatte, welche unter 45° gegen die Mikroskopaxe oberhalb des Objektivs angebracht ist, nach dem zu beleuchtenden Objekt reflektiert. In Uebereinstimmung mit den Erfahrungen anderer Institute gibt diese Beleuchtungsart besonders vorzügliche Resultate bei erstklassigen Objekten mit ganz feinen Teilstrichen auf hochglanzpolierten Flächen. Die je nach der Natur der Striche notwendige Variation in der Beleuchtungsstärke wird mittelst Rheostaten im Stromkreis der Beleuchtunglampen vorgenommen.

Als Vergleichsstab diente im vorliegenden Falle ein ebenfalls von der «Société Genevoise» hergestellter (1906) und im internationalen Bureau für Mass und Gewicht in Sèvres gemessener, durchwegs in mm eingeteilter, Stahlstab in H-form

von 26 mm Höhe und Breite und 3 m Länge. Der Ausdehnungscoefficient dieses Stabes war durch das internationale Bureau im Jahre 1907 vermittelst eines Hilfsstabes von 1 Meter Länge aus dem gleichen Guss, durch Vergleichung mit dem Platin-Iridium Etalon Nr. 13 bei 8 verschiedenen Temperaturintervallen zwischen 0 und 36° bestimmt worden.

Während der durch vier Wochen hindurch fortgesetzten Beobachtungen des Längenintervalles der Mire von 8 mm bis 2908 mm, blieb das Untersuchungsobjekt in unveränderter Lage auf dem einen Stahltisch des Comparators liegen. Der Beobachtungsraum wurde während der ganzen Zeit nicht geheizt. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bestimmt mit einem Assmannschen Aspirationspsyrchrometer und 2 nach ersterem Instrument korrigierten Haarhygrometern, betrug im Mittel 40 % (Max. 42,5 %, Min. 37 %). Die Mirenlänge findet sich in der entsprechenden Kolonne der nachfolgenden Tabelle umgerechnet auf 18 ° C. unter Annahme einer Dilatation von 0.0000037 (nach den Tabellen von Landolt-Börnstein 1905); der Wert dieser Umrechnung mag etwas problematisch erscheinen, erleichtert aber die Vergleichung der Ergebnisse der Messungen. Es bedeuten also:

1. Kolonne: Datum der Messung.
2. „ : Wahre Länge des Interwalls 8 mm bis 2908 mm bei der
3. „ : Temperatur der Mire
4. „ : Länge des Mireninterwalles 8 mm bis 2908 mm reduziert auf 18 °C
5. „ : verflossene Zeit in Stunden seit der letzten Messung
6. „ : Abnahme der Länge der Mire (auf 2,9 m) pro Stunde in Mikron.

Bemerkenswert ist die in Anbetracht der Konstruktion auffallende Geschwindigkeit, mit der sich die Länge der Mire änderte; die Tabelle zeigt ferner, wie der Faktor der Temperatur bekanntlich zurücktritt gegenüber anderweitigen Einflüssen, wie vornehmlich der Feuchtigkeit der Luft.

1. Datum	2. Länge der Mire von 8 m/m—2908 m/m	3. bei	4. 8 m/m—2908 m/m bei 18° C	5. verflossene Zeit. Stunden	6. Abnahme pro 1 h
23. Nov. 1907 11h a. m.	2900.092 m/m ± 2 μ	17.65° C	2900.096 m/m	—	—
25. » » 11 » »	.028 »	17.70 »	.031 »	48	1.4 μ
26. » » 2 p. m.	2899.994 »	18.10 »	2899.993 »	27	1.4 »
27. » » 2 » »	.961 »	18.88 »	.952 »	24	1.7 »
28. » » 5 » »	.923 »	18.92 »	.913 »	27	1.4 »
30. » » 11 a. m.	.899 »	18.75 »	.891 »	42	0.5 »
2. Dez. » 11 » »	.865 »	18.75 »	.857 »	48	0.7 »
4. » » 4 p. m.	.817 »	19.53 »	.801 »	53	1.0 »
6. » » 6 » »	.742 »	18.90 »	.732 »	50	0.6 »
9. » » 5 » »	.701 »	18.65 »	.694 »	71	0.5 »
12. » » 6 » »	.668 »	19.70 »	.650 »	73	0.6 »
15. » » 4 » »	.609 »	18.67 »	.602 »	70	0.7 »
20. » » 11 a. m.	.550 »	18.52 »	.545 »	115	0.4 »
23. » » 9 » »	.515 »	18.24 »	.512 »	70	0.4_7 »
	Differenz 0.577 m/m		0.584 m/m	in 718 h	0.81 μ pro 1 h

J. H. Graf.

Georg Joseph Sidler.

(1831—1907.)

Mit Prof. Dr. Georg Joseph Sidler sinkt ein Mann ins Grab, der als Gelehrter, Bürger und Mensch in vollem Sinne des Wortes unsere ganze Anerkennung und unverkürzte Hochachtung verdient. Der Naturforschenden Gesellschaft Bern gehörte der Verstorbene seit 1856, also volle 51 Jahre an und es gebührt sich, in kurzen Zügen die Bedeutung dieses Mannes für die Wissenschaft und das bernische Schulwesen mittlerer und höchster Stufe auseinander zu setzen. Sein Vater war der Landammann Georg Joseph Sidler von Zug, ein energischer und bedeutender Politiker seiner engern Heimat und unseres ganzen Vaterlandes. Dessen Vater, Georg Damian Sidler, war zu Ende des 18. Jahrhunderts während zwei Jahren Landvogt im tessinischen Maiental (Valle Maggia), eine Vogtei, welche den XIII alten Orten der damaligen Eidgenossenschaft gehörte. Er hatte sich durch gerechte und milde Amtsführung bei der Bevölkerung ein dankbares Andenken gesichert, dies beweist die Tatsache, dass die Gemeinden der Talschaften Maggia und Lavizzara 1792 dem scheidenden Landvogt silberne Ehrengeschenke mit der lateinischen Widmung: «Justitiae et Elementiae Georgii Damiani Sidler» schenkte. Dieses Silbergeräte — eine Kaffeekanne und ein Milchgefäss — sind vor einigen Jahren vom Enkel, eben unserem Professor Sidler, dem schweizerischen Landesmuseum übergeben worden. Landammann Georg Joseph Sidler, geboren den 25. Juni 1782 in Zug, gestorben am 27. Mai 1861 in Zürich, war von 1810—1833 Tagsatzungsgesandter seines Heimatkantons. Als junger Feuerkopf trat er gleich auf der zweiten Tagsatzung im Jahre 1811 in Solothurn mit einer flammenden

Protestrede gegen den allmächtigen Mediator Napoleon auf, der durch einen Federstrich den Tessin von der Schweiz losgetrennt und Italien einverleibt hatte. Diese Rede, über welche einseitig nach Paris berichtet worden war, erregte das Missfallen Napoleons, der sich hierüber unwillig an der grossen Audienz vom 27. Juni 1811 zu St. Cloud zum schweizerischen Gesandten in Paris äusserte und drohte, wenn solche Meinungsäusserungen nicht unterdrückt würden, mit der Eidgenossenschaft kurzen Prozess zu machen. Vater Sidler wurde, so oft es die Wahlordnung gestattete stetsfort als Landammann an die Spitze des kleinen Staatswesens berufen, er war ein typischer Vertreter jener idealen Richtung schweizerischer Staatsmänner der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, denen unser Land die politische Regeneration und die Errichtung des neuen Bundes verdankt. Seine Reden und Briefe, die der Enkel der schweizerischen Landesbibliothek in Bern testamentarisch vermacht hat, sind Muster gründlicher Vertiefung in den Gegenstand und atmen den Geist einer grosszügigen freisinnigen Lebensauffassung. Als im Jahre 1834 in der Behandlung eines neuen Bundesvertrags der Kanton Zug sich von der durch Landammann Sidler verkörperten freisinnigen Politik abzuwenden begann und der politische Einfluss Sidlers mehr und mehr schwand, verliess der Mann im Herbst 1839 seinen Heimatkanton und ging nach Zürich.

Er war zum zweiten Male verheiratet, hatte aus erster Ehe zwei Töchter, von denen eine die hochgebildete Frau Prof. Schweizer-Sidler wurde, und einen Sohn zweiter Ehe, eben unsern nachmaligen Professor, sie alle folgten ihm mit der Mutter nach Zürich. Das war das Milieu, in welchem Georg Joseph Sidler geboren wurde. Welche Freude musste der Vater haben, als ihm, der gerade auf der Tagsatzung in Luzern weilte, ein Expressbote die Nachricht brachte, es sei ihm am 31. August 1831 ein Söhnlein geboren. Der junge Georg besuchte vom 6.—8. Jahre die Elementarschule in Zug, er erhielt auch damals ein Schulprämium mit dem weiss-blauen zugerischen Bande geschmückt. Die Uebersiedelung der Familie nach Zürich fand gerade acht Tage vor dem bekannten Zürichputsch (Straussenhandel) statt und es schien, als sei der Landammann von dem Regen in

die Traufe gekommen. In Unterstrass kaufte sich der Vater ein Landgütchen und in diesem Haus war der nachmalige Botaniker Carl Cramer ein lieber Hausgenosse. Zürich wurde des Vaters und des Sohnes zweite Heimat und hier fand auch der Vater 79 Jahre alt im Jahre 1861 seine letzte Ruhestätte. Die neue Heimat nahm den ungebeugten Politiker mit Freuden auf. 1845 schenkte die Gemeinde Unterstrass ihm das Ehrenbürgerrecht. Von 1845—1861 sass er im Kantonsrat des Kantons Zürich; fünf Mal von 1848—1861 entsandte ihn der erste eidgenössische Wahlkreis in den Nationalrat, wo Landammann Sidler jeweilen beim Beginn der Amtsperiode berufen wurde, die erste Sitzung als Alterspräsident zu eröffnen, was er dann auch jeweilen durch eine seiner markanten Ansprachen tat, die ihn stets als Bannerträger einer idealen und doch aufs Praktische gerichteten Gesinnung erwiesen. Ein glänzendes Zeugnis dieser Geistesrichtung bilden die Worte, mit denen Landammann Sidler 1848 die erste Sitzung des Nationalrates eröffnete: «Wo «man es mit dem Willen der Menschen und den Dingen der «Wirklichkeit zu tun hat, können Umgestaltungen selten einem «schnellen, hohen Gedankenfluge folgen. Man mag sich für «schöne und grosse Ideen noch so sehr erglühen, man darf sie «im praktischen Leben nur als sternumglänzte Zielpunkte be«trachten, glücklich, wenn es immer gelingt, sich in ihrer Rich«tung zu bewegen, überglücklich, wenn man sich ihnen einiger«massen wahrnehmbar nähern kann.»

Dazu kommt noch, dass Landammann Sidler auch körperlich ein urkräftiger Mann war, abgehärtet und in allen Leibesübungen gewandt; als Student hat er den Weg von Wien nach Zug zu Fuss zurückgelegt, der Sohn bewahrte pietätvoll den Wanderstab auf; den Zugersee durchschwamm er mit Leichtigkeit in seiner ganzen Breite und wie sein Vater Damian so war auch der Sohn ein grosser Jäger vor dem Herrn. Als der österreichische Gesandte einst spottend bemerkte, die alte Körperstärke der Schweizer sei nicht mehr vorhanden, fasste ihn Sidler plötzlich und stellte ihn gerade auf den Tisch.

Des Professors Mutter Frau Verena Sidler geb. Moos von Zug war eine stattliche, schöne, kluge, willensstarke Frau. Wir Berner haben sie, da sie später in der Familie des Professors

lebte, als die «richtige Frau Landammann» noch gut in Erinnerung. Sie starb in Bern am 3. Dez. 1886 in ihrem 81. Lebensjahr.

Ganz anders geartet war der einzige Sohn. In der Jugend körperlich schwächlich und zart, erstarkte er zwar mit dem Alter und hat er auch niemals eine ernsthafte Krankheit durchgemacht, durfte er bei seiner beneidenswerten Gesundheit auch im hohen Alter noch lang andauernde Reisen mit Erfolg und Genuss durchmachen. Seine innern Charaktereigenschaften hatte er aber von den Eltern geerbt: hohes geistiges Streben, grösste Gewissenhaftigkeit, peinlichste Pflichttreue, strengste Wahrheitsliebe. Sich aber nach aussen zu geben, Einfluss zu gewinnen, umzugestalten, umzuformen, ins praktische Leben energisch einzugreifen, war aber nicht seine Natur, wie wohl er sich stets und mehr als dem gewöhnlichen Beobachter auffällig war, für alle öffentlichen Fragen und geistigen Bewegungen intensiv interessierte. Sein Wesen war eben für die Gelehrtenlaufbahn geradezu prädestiniert, still und zurückgezogen bildete er sich aber nichtsdestoweniger zu einer ausgereiften, mit reichem Wissen ausgestatteten Persönlichkeit heraus, die allen imponieren musste, wer ihm näher trat. Da trat sein treuherziges Gemüt, oft auch sein liebenswürdiger Humor zu Tage. Manche Not hat er gestillt, unerkannt und und unbekannt, Werke der Menschenliebe in stiller Weise getan. Nichts Menschliches war ihm fremd. So steht er noch vor uns, ein würdiger Sohn würdiger Eltern.

Um wieder auf seinen äussern Lebens- und Werdegang zu kommen, so machte Georg Sidler in Zürich seine Gymnasialstudien. Der nachmalige Theologe Kesselring, der Philosoph Arnold Hug, der Mediziner Fisch von Herisau gehörten zu seinen Klassengenossen. Im Jahre 1850 bestand er mit guten Noten sein Maturitätsexamen. Er entschloss sich zum Studium der Mathematik und Astronomie, Vater Sidler selbst war ein grosser Freund der Mathematik und Astronomie. Auf sein Haus in Zug hatte er sich ein kleines Türmchen bauen lassen, wo er sich eine Speculum einrichtete; auch in Unterstrass hatte er ein kleines Observatorium. War die Tagsatzung in Zürich, so wohnte er beim Schanzenherr Feer, dem er in seiner kleinen Sternwarte beobachten half. In die Sitzungen des Nationalrates nahm er stets Kästners Anfangsgründe der Mathematik

oder Lacroix Einleitung in die Differential- und Integralrechnung mit. Man begreift daher Sidlers Vorliebe für Mathematik. Er fand in Prof. Raabe und in Amsler-Laffon, der damals Privatdozent in Zürich war, ausgezeichnete Lehrer. Von seinen damaligen Studiengenossen lebt heute noch Prof. Dr. Hermann Kinkelin in Basel. Im Herbst 1852 ging Sidler nach Paris, wo er bei Chasles Geometrie, bei Lamé mathematische Physik, bei Puiseux mécanique céleste, bei Faye Astronomie, bei Bertrand Analysis und bei Leverrier populäre Astronomie hörte, fürwahr alles bedeutende Lehrer und weltberühmte Sterne am wissenschaftlichen Himmel. Die Abende brachte er meist in seiner Wohnung Hôtel du Panthéon oder dann in der gegenüberliegenden Bibliothèque Geneviève zu. Sein Lieblingsspaziergang war dem Jardin du Luxembourg entlang, auch der schattige, tiefer gelegene hintere Teil desselben, wo ganz hinten das ihm sympatische Standbild der germanischen Seherin Velleda stand, zog ihn an. An diesem vorbei führte ihn Sonntags der Weg in das Knabenpensionat eines Herrn Keller aus Zürich, an welchen Herrn er eine Empfehlung hatte. Am 2. Dezember stand Sidler auch unter der Menschenmenge in den Champs Elysés, als Napoleon III. als Kaiser mit einem grossen Gefolge von Generälen von St Cloud her seinen Einzug in Paris hielt. Es war ein kalter trüber Dezembertag, der Empfang von Seiten des Volkes war ebenso kalt. Der Kaiser gab bald darauf das Panthéon mit der stolzen Inschrift: «Aux grands hommes la Patrie reconnaissante» dem katholischen Kultus zurück. Als Sidler in den ersten Tagen seiner Ankunft beim Palais Royal vorbeiging, frappierte ihn der Anblick eines im Hofe stehenden Herrn, der das vollständige Ebenbild von Napoleon I. war: es war der Prinz Plonplon, der Sohn des Königs Jerome; auch den letztern hatte er mehrmals Gelegenheit zu sehen, jedoch bemerkt Sidler, dass er merkwürdiger Weise gar keine Aehnlichkeit mit Napoleon I. hatte.

Im Frühjahr 1853 traf sein alter Studiengenosse bei Raabe und Amsler Biedermann in Paris ein, der im gleichen Hôtel neben dem seinigen ein Zimmer bezog. Biedermann hatte inzwischen in Zürich promoviert; in Paris hörten die beiden dieselben Vorlesungen. Gegen Ende des Pariser Aufenthaltes zog

ins nämliche Hôtel auch der Maler Deschwanden, der nachmals Professor am Polytechnikum wurde.

Ferner machte Sidler die Bekanntschaft eines von Waldkirch aus Schaffhausen, der Schüler der Ecole centrale war, und eines Losenegger, der sich der angewandten Mathematik befliss. Ein Studierender aus Hessenland, Namens Bräutigam, weckte in Sidler den Sinn für synthetische Geometrie, als er ihm den einfachen geometrischen Beweis für die Euler'sche Gerade zeigte. Mit Interesse suchte er die Aufgaben zu lösen, die den spätern Auflagen von Legendre's Geometrie beigefügt waren. Viel Umgang hatte er auch mit einem Studierenden aus Westfalen, Namens Wesener, der Stellen als Hauslehrer annahm, um sich im Französischen zu üben. Derselbe war ein strenger Katholik und wollte Sidler bei den Jesuitenpatres einführen, was er aber ablehnte. Jedoch lernte Sidler einen Jesuitenpater kennen und wirklich schätzen, nämlich ein P. Jullien, der mit ihm die Vorlesungen bei Lamé und Puiseux hörte und an welchen er sich immer mit Erfolg wandte, wenn ihm irgend eine mathematische Schwierigkeit entgegentrat.

Jullien gab später die wertvollen Problèmes de mécanique heraus; schliesslich kehrte sich Jullien von der Mathematik ab und lebte als Missionar in Ägypten. Wenn auf der einen Seite sein Freund Wesener Sidler bei den Jesuiten einführen wollte, so lud ihn auf der andern Seite Vorsteher Keller zu den Versammlungen der Jeunes gens chrétiens ein. Sidler konnte aber auch hier keinen Geschmack gewinnen und liess es beim ersten Besuch bewenden. Hingegen besuchte er die öffentlichen Sitzungen der Académie des Sciences, wo er einige Male François Arago vortragen hörte, an dessen Leichenbegängnis er auch teilnahm. Oft besuchte Sidler auch die Kunstsammlung im Palais de Luxembourg, die damals noch in den beiden Hauptflügeln untergebracht war. Man konnte auch über dem Eingangstor hinweg von dem einen Flügel zum andern gehen. In der Mitte dieses Weges, über dem Haupttore selbst, sah man über die rue de Seine vom jenseitigen Horizont die Windmühlen des Montmartre. Gerne besuchte er auch die Kirche St. Sulpice, wo ihn namentlich die auf der Weltkugel stehende Marienstatue auf dem Altare besondere Freude bereitete. Zu

seltenen Malen erlaubte er sich Abends in's Café de la Rotonde in der rue de Médecine zu gehen, wo er gewöhnlich Schweizer traf und auch schweizerische Zeitungen, z. B. die Neue Zürcher-Zeitung lesen konnte. Auf das zum ersten Male gefeierte Napoleonfest hatte er für acht Tage den Besuch seiner lieben Eltern, welche unerwartet nach Paris auf Besuch kamen. Seine liebe Mutter hatte sich durch Stroharbeiten nach Wohlener Art einen kleinen Verdienst verschafft, woraus die Pariser Reise bestritten wurde. Man kann sich die Überraschung des jungen Mathematikers denken, als seine Eltern am frühen Morgen so unerwartet vor seinem Zimmer standen; er führte sie sofort in die hübsch und sauber gehaltene Laiterie in einem Hofe der Ecole de médecine, wo er selbst zu frühstücken pflegte. Wie freute sich Sidler am Interesse, das seine Mutter an all den glänzenden Magazinen nahm, und sein Vater an den reichen historischen Erinnerungen des Centrums von Frankreich. Mit seinen Eltern machte er auch einen Abstecher nach Havre und eine Überfahrt nach Honfleur. Das unermessliche Meer liess auf alle drei einen mächtigen Eindruck zurück und als erst die Eltern wieder heimreisten, da war der Sohn so traurig, dass er in der Laiterie nach dem feinsten aber kleinsten Gebäck griff, da ihm jeder Appetit mangelte.

Beim Ausbruch des Krieges wohnte Sidler der kriegerischen Truppenschau auf dem Marsfelde bei, welche der Kaiser zu Ehren von Lord Raglan und des englischen Generalstabs veranstaltete; ebenso war er unter den Zuschauern des glänzenden Trauungszuges nach Notre-Dame, als Napoleon sich mit Eugenie vermählte. Einmal machte er einen tägigen Fussmarsch nach Malmaison, wo er in der Kirche die Königin Christine von Spanien sah, dann nach Rueil, wo ein lieber Onkel als Gardehauptmann in Garnison lag, und nach St. Germain. Auf dem Rückwege begegnete er wieder dem Kaiserlichen Paar mit Escorte, das der Königin in Malmaison einen Besuch gemacht hatte. So verbrachte er 4 Semester in Paris, und wir haben seinen Pariser Aufenthalt nicht ohne Zweck etwas ausführlich geschildert, um einerseits zu zeigen, dass Sidler seine Studienzeit fleissig angewendet, aber daneben durchaus nicht etwa als einseitiger Fachmensch an den täglichen Ereignissen teilnahm-

los vorüber gegangen ist. Sein Vater stellte ihm nun die Wahl, noch nach England zu gehen, allein es drängte den jungen Mann nach Hause zu eilen, um eine Doktorprüfung zu bestehen. Zu seinem Pariser Aufenthalt fügen wir noch bei, dass Sidler auch einmal den Besuch des Philologen Dr. Thomann aus Zürich erhielt, der auf einer Studienreise über Paris nach England begriffen war. Sidler schenkte Thomann Macaulay's History of England und Thomann hinwiederum ihm die schön illustrierte Ausgabe der Chansons von Béranger. Im Institut Keller lernte Sidler auch den späteren Professor Hunziker aus Aarau kennen. Beide erhielten von Prof. Baiter in Zürich den Auftrag, für ihn bei einem Pariser Antiquar einen Ciceronianischen Codex anzukaufen, der sich aus einem österreich. Kloster nach Paris verirrt hatte. Baiter gab Sidler und Hunziker einige Stichproben mit, um den Codex in seiner Ächtheit zu prüfen; der Preis war aber ziemlich hoch, ca. 800 Fr., daher Vorsicht am Platze. Für seine Auslagen bezüglich Pension und Unterhalt hatte Sidler einen Kreditbrief auf die Bank Zellweger in Paris. Dieses Geschäft war ziemlich am anderen Ende von Paris als seine Wohnung gelegen und als er eines Tages schon ganz Paris zu Fuss durchquert hatte, um eine bescheidene Summe zu erheben, erlaubte sich der Kassier eine grobe Bemerkung über die frühe Störung und als er bei der Abreise den kleinen Schlussbetrag erhob, so warf der Kassier bissig hin, es lange gerade für die Bahntaxe. Um so angesehener und geachteter war dafür Sidler bei M^me^ Ballin, seiner schneidigen Hauswirtin, weil er jeden Monat die Miete mit der grössten Pünktlichkeit bezahlte. Sidler bemerkt, eines Tages habe ein schreckliches Jammergeschrei durch das Hotel alles allarmiert, als der Herr, der im Hotel die schönsten Zimmer inne gehabt habe, ohne zu zahlen durchgebrannt war. M^me^ Ballin stand mit der Orthographie auf gespanntem Fuss, denn als Sidler die erste Monatsquittung erhielt, «Pour loger et chu» konnte er gar nicht begreifen, was das «chu» sein sollte, da er nichts extra bezogen hatte, und an seinen Reklamationen wurde leider M^me^ Ballin nicht klug. Ein im Hotel wohnender Engländer M. Graham, der sich dem Armeedienst widmen wollte und auch beim Ausbruch des Krimkrieges abreiste, war Sidler sehr sympathisch.

Ein anderes Mal nahm er am Begräbnis einer armen protestantischen Näherin teil. Eine eigentümliche Bekanntschaft machte er mit einem Grafen von Seidlitz. Eines Abends, als er auf der Bibliothèque Geneviève arbeitete, sah er zu seinem Erstaunen neben sich einen Herrn sitzen, der alt-griechische medizinische Schriftsteller nur so vom Blatte weg las. Beim Bibliothekschluss richtete Sidler, dessen Interesse für den Mann angeregt war, einige Worte an den Herrn, der sich dann auf einem gemeinsamen Abendspaziergang als ein auf allen Gebieten beschlagener Mann entpuppte. Er erwies sich auch als ein gewandter Improvisations-Dichter. Dieser Graf von Seidlitz kannte ganz Europa und Paris und alle seine Strassen wie ein Droschkenführer. Auch gegen die Eltern Sidler's war er sehr artig und zeigte denselben alle Sehenswürdigkeiten der Bibliothek. Doch hatte gerade dieses Übermass von Wissen und Gewandtheit für Sidler etwas Unheimliches, darum hielt er sich reserviert und hat auch nichts mehr vom Grafen von Seidlitz gehört.

Nach dem Tode von François Arago kam dessen reichhaltige Bibliothek zur Versteigerung; Sidler erwarb sich hiebei die amerikanische mit ausführlichem Commentar versehene Übersetzung der Mécanique célèste von Laplace durch Nathanael Boneditch. Boneditch dedizierte dieses bedeutende Werk, seine Lebensaufgabe, seiner Frau Mary, weil dieselbe durch ihre weise Führung des Haushalts es dem Gatten ermöglicht habe, seine ganze Zeit auf dieses Werk zu konzentrieren. Beim Rücktritt von der akademischen Laufbahn schenkte Sidler dieses Werk der Bibliothek der eidgenössischen Sternwarte in Zürich.

Sidler hatte bei seinem Weggang von Paris im Sommer 1854 folgende lückenlos und wohl ausgearbeitete Vorlesungshefte.

1. M. Chasles: Géométrie supérieure (19 novembre 52 — 18 mars 53).
2. G. Lamé: Calcul des probabilités (19 novembre 52 — 21 janvier 53).
   Sur les fractions continues (26 janvier 53 — 4 mars 53).

Théorie analytique de la chaleur (2 avril 53 — 3 juin 53).
Coordonnées curvilignes (3 mai — 5 juillet 54).

3. M. Liouville: Equations différentielles, juin 53.
Théorie des fonctions, déc. 53.

4. Leverrier: Astronomie populaire (23 novembre 52 — 7 mars 53).
Perturbations du système solaire (27 avril 54 — 12 juin 54).

5. Puiseux: Mécanique céleste (5 fevrier — 19 juillet 53, 29 novembre 53 — 15 juillet 54).

6. Faye: Astronomie mathématique (21 mars — 23 juillet 53).
Mouvement de la lune (9 janvier — 15 mars 54).

7. J. Bertrand: Travaux des géomètres sur la mécanique analytique postérieurs à Lagrange (3 février — 19 mars et 7 avril — 30 juin 53).
Mouvement des corps célestes dans les sections coniques (15 décembre 53 — 30 mars 54).

Von einem Freunde Friedrich Looser schrieb er während dieser Zeit dessen Vorlesungsheft von Gauss in Göttingen über die Methode der kleinsten Quadrate ab, das Looser im Winter 52/53 daselbst gehört hatte. Wir sehen also, auch in wissenschaftlicher Beziehung hatte der junge Mann fleissig mit seiner Zeit hausgehalten und diese obgenannten Ausarbeitungen sind Muster in ihrer Art und mit peinlichster Sorgfalt ausgeführt, ein wahres Beispiel für jeden, der Mathematik studiert. Alle diese Hefte sind testamentarisch wie auch sein ganzer mathematischer Nachlass der Stadtbibliothek Bern vermacht.

Nach Zürich zurückgekehrt bereitete er sich nun auf seine Doktorprüfung vor. Die Anregung zu seiner Doktordissertation entnahm er einer bei Puiseux gehörten Vorlesung. Wenn die Umlaufzeiten zweier Planeten sich nahezu wie zwei kleine ganze Zahlen verhalten, wie z. B. beim Jupiter und Saturn, deren Umlaufzeiten sich fast wie 3 zu 5 verhalten, so ergeben sich unter den gegenseitigen Störungen dieser Planeten solche, die wegen ihrer langen Periode bedeutend anwachsen können und namentlich im Ausdruck der mittleren Länge dieser Planeten hervor-

treten. Eine ähnliche Beziehung besteht nun zwischen Uranus und Neptun, indem deren Umlaufzeiten sich nahezu wie 1 zu 2 verhalten. Die darauf beruhenden Störungen von langer Periode (4051 Jahre) bilden den Inhalt seiner Dissertation betitelt: «Sur les Inégalités du moyen mouvement d'Uranus dues à l'ac-«tion perturbatrice de Neptun. Zürich, 1854.» Die nachherige Herausgabe der «Annales de l'observatoire de Paris par Leverrier Memoires» gestattete Sidler, in der Folge den Inhalt dieser Dissertation kürzer, und wie er selbst sagt, schärfer zu entwickeln, und in dieser neuen Form erschien die Arbeit auch unter dem Titel: «Ueber die Accélération des Uranus durch Neptun von Herrn Dr. G. Sidler, Privatdozent in Bern» in den «Astronomischen Nachrichten» von Berlin, No. 1149 vom 28. Juni 1858. Seit dem Jahre 609 unserer Zeitrechnung bewirkt Neptun eine Accélération des Uranus, die bis zum Jahre 2634 dauern wird. Im letztern Jahr wird Uranus 5,9 Bogensekunden mehr zurücklegen, im Jahr 609 hat Uranus 5,9 Bogensekunden weniger zurückgelegt, als wenn Neptun nicht vorhanden wäre. Im Jahre 1621′ stand Uranus um 1° 3⅓′ zurück, im Jahre 3647 wird Uranus um 1° 3⅓′ vorausgeeilt sein in Bezug auf einen Planeten, der in derselben Distanz von der Sonne der Einwirkung des ganzen Sonnensystems ohne Neptun ausgesetzt wäre. Die Einwirkung des Uranus auf den Neptun geschieht in umgekehrtem Sinne. Vom Jahr 609 bis 2634 wirkt Uranus auf Neptun verzögernd, von 2634 bis 4659 beschleunigend ein. Die Maximalbeträge dieser Verzögerung und Beschleunigung und die Minimalbeträge, um welche Neptun einem Planeten in derselben Distanz von der Sonne, welcher der Einwirkung des Uranus nicht ausgesetzt wäre, die Bewegung beeinflusst, sind aber bloss halb so gross als die entsprechenden Beträge für Uranus. Dies der Inhalt der zweiten Arbeit.

Bei der Doktorprüfung hatte Sidler schriftliche Klausurarbeiten zu machen; die eine Aufgabe stellte Prof. Raabe: «Ueber das Wesen und die wichtigsten Anwendungen bestimmter Jntegrale», die andere wurde von Prof. A. Müller gestellt: «Herleitung der Kepler'schen Gesetze aus der allgemeinen Anziehung» und die umgekehrte Aufgabe. Den Schluss machte die mündliche Prüfung vor versammelter Fakultät, und das Re-

sultat dieser Prüfung war die Erteilung des Doktortitels der Philosophie summa cum laude. Endlich hatte Sidler noch im Beisein der Fakultät eine öffentliche Rede zu halten; er sprach am 13. September 1854 über das Thema: «Ueber die Bewegungen im Sonnensystem und die allgemeine Anziehung» und darauf hin fand die feierliche Promotion öffentlich statt. Die philosophische Fakultät der Universität Zürich erneuerte auf unsere Anregung hin im Jahre 1905 dieses Diplom. Diese Aufmerksamkeit rührte ihn so, dass er Zürichs Bibliothekbestrebungen ein namhaftes Geldgeschenk zuwandte. Unmittelbar nach erfolgter Promotion meldete sich Sidler bei der philosophischen Fakultät der Universität Zürich als Dozent für Mathematik und Astronomie und er erhielt die venia docendi nach einer Probevorlesung über die Methode der kleinsten Quadrate am 1. November 1854. Bevor er aber seine akademische Tätigkeit beginnen wollte, entschloss er sich, noch eine deutsche Universität zu besuchen; er reiste unmittelbar nach seiner Habilitation nach Berlin ab. Die Fahrt über Winterthur-Rorschach im Postwagen kam ihm bei der herrschenden kalten Witterung fast endlos vor. In Berlin fand er ein bescheidenes Zimmer bei einfachen Schneidersleuten Namens Winterfeld in der Leipzigerstrasse; das Mittagsmahl nahm er in einem Studentenrestaurant ein mit der monotonen Speisefolge Schweinebraten und Selleriesalat oder Selleriesalat und Schweinebraten. Den Morgenkaffee bereiteten ihm seine Wirtsleute, und das Abendbrot bereitete sich der junge Doktor selbst. Die hauptsächlichsten Vorlesungen, welche er hörte und sorgfältig ausarbeitete, waren:

Lejeune-Dirichlet: 1. Die Lehre von den Kräften, die nach umgekehrtem Verhältnis des Quadrates der Entfernung wirken, mit Anwendung auf physikalische Probleme.

2. Ueber trigonometrische Karten.

3. Ueber Kugelfunktionen.

Encke: Ueber theoretische Astronomie.

Clausius: Mathematische Physik.

Von allen Vorlesungen zog ihn der geistig durchdachte Vortrag von Dirichlet an.

Zuweilen hospitierte er auch da und dort. Ausserordentlich frappierte ihn die Persönlichkeit des Mineralogieprofessors

Christian Samuel Weiss, der damals fast 75 Jahre alt war, mit seinen prägnanten Gesichtszügen und auf die Schulter hinunterwallenden Locken. Es war Sidler eine wahre Freude zu sehen, mit welcher Begeisterung Weiss einen Kristall in die Hand nahm und die Geometrie der Flächen entwickelte.

Nach einiger Zeit übergab Encke Sidler die Berechnung der Jahresephemeride des Neptuns für 1856 für das astronomische Jahrbuch von 1856. Bei Abgabe des Manuskriptes gestattete ihm Encke, an den nächtlichen Beobachtungen auf der Sternwarte teilzunehmen, was Sidler fleissig, ja vielleicht zu fleissig tat; denn diese Nachtwachen waren auf die Dauer seiner Gesundheit nicht zuträglich; er war, wie leicht zu begreifen, den Tag über nicht frisch, sondern ermüdet, und dies machte sich bei den Vorlesungen des Sommersemesters 1855 so geltend, dass Sidler selbst sagt, die Vorlesungen seien ihm dadurch verdorben worden, so dass er einzig die Vorlesung bei Lejeune-Dirichlet: «Zahlentheorie und Anwendungen der Jntegralrechnung auf Zahlentheorie» lückenlos bearbeiten konnte. Zwei andere Vorlesungen des viersemestrigen Cyklus Dirichletischer Vorlesungen schrieb er aus Heften früherer Zuhörer ab, nämlich: «Ueber bestimmte Jntegrale mit Anwendungen bestimmter Jntegrale und Elemente der Reihentheorie» nach Heften von Bertram und Hermes vom Sommer 1848 und Bruhns vom Sommer 1854, sodann «Ueber partielle Differentialgleichungen» nach Heften von Hermes Winter 1847/48 und Hagenbach Winter 1853/54. Das Verhältnis mit Dirichlet gestaltete sich ausserordentlich freundlich; denn wenn Sidler in diesen Vorlesungsheften lückenhafte und unverstandene Stellen fand, so durfte er sich darüber mit Dirichlet selber besprechen, so dass Sidler des Glaubens leben durfte, alle vier Hauptvorlesungen, die Dirichlet in Berlin zu halten pflegte, in tadelloser Wiedergabe in einem zusammengebundenen dicken Hefte zu besitzen. Auch die Vorlesung, welche C. Bremiker im Sommer 1855 an der Architektenschule über Geodäsie hielt, hat Sidler gehört und grossenteils auch ausgearbeitet. Hingegen beklagt Sidler, dass ihm unters Eis gegangen sei eine wichtige Vorlesung von R. Clausius über die Theorie der Wärme und eine Vorlesung von Borchardt über elliptische Funktionen habe er unvollendet, ja selbst eine Vorlesung des grossen Geo-

meters Jakob Steiner sei ihm zu Wasser geworden. Steiner[1]) selbst schreibt darüber an Schläfli: «Morgen werde ich meine «Vorlesungen beginnen (der Brief ist datiert vom 18. März 1855). «Es hielten nur drei Zuhörer bis ans Ende aus; davon sind zwei «Eidgenossen: der Sohn des alten Sidler (Zug-Zürich, Kom- «missär in Mailand) und der Sohn meines Universitätsgenossen «Prof. Hagenbach in Basel; sie sind die einzigen zahlenden, die «übrigen gestundet. Ich stand also in diesem Semester pekuniär «nicht viel besser als sie.»

Steiner scheint also über den Besuch Sidlers bezüglich seiner Vorlesungen eine günstigere Meinung zu haben als Sidler selbst. Immerhin anerkennt Sidler, von Steiner auf Spaziergängen sehr viel profitiert zu haben, und später in Bern kopierte er die Hefte von R. Clausius über die Steiner'schen Vorlesungen vom Sommer 1842 und Winter 1842/43 über die Eigenschaften der Kegelschnitte, geometrische Orte und geometrische Uebungen, und Steiner selbst ergänzte ihm darin manche Partien. Ebenso überliess ihm Georg von Wyss aus Zürich ein Steiner'sches Kollegienheft vom Sommer 1839 «Ueber Stereometrie». So sind denn beide zeitgenössischen Berner Mathematiker Ludwig Schläfli und Georg Sidler mit dem grossen Steiner'schen Genie in Verbindung getreten. Wir verdanken auch der Angabe Sidlers die genaue Beschreibung des Steiner'schen Sterbehauses, an welchem der Verschönerungsverein der Stadt Bern eine Gedenktafel hat anbringen lassen. Immerhin muss hier betont werden, und Sidler hat es noch einige Tage vor seinem Tode bestätigt, dass das eigentliche Sterbezimmer über dem jetzigen Eingang zur alten Fleischverkaufshalle (alte Schaal) an der Kramgasse liegt. Wir haben aber absichtlich die Tafel am Nebenhaus anbringen lassen, weil sich der Eingang zu diesem Zimmer nur durch das Nebenhaus bewerkstelligen lässt, und das Zimmer zum Nebenhaus gehört, und das Zimmer ob der Schaal doch mit der Zeit verschwinden wird.

Auf der Sternwarte in Berlin war Sidler mit Lesser dem grossen Aequatoreal zugeteilt, das zur Beobachtung der kleinen

[1]) Der Briefwechsel zwischen Jakob Steiner und Ludwig Schläfli, herausgegeben von J. H. Graf, S. 141.

Planeten diente. Sidler erwähnt genau, wie man diese Himmelskörper im Fernrohre auffand. Im Astronomischen Jahrbuch hatte man die Orte derselben vorausberechnet. Da aber diese Planetchen neu entdeckt waren, so waren die vorausberechneten Ephemeriden noch unsicher. Wenn daher das Fadenkreuz des Aequatoreals auf den in den Ephemeriden angegebenen Punkt des Sternhimmels gerichtet worden war, so traf die Axe des Rohres auf eine leere Stelle des Himmel; um diese Stelle herum erglänzten aber im Gesichtsfelde mehrere ganz feine Sternpünktchen; eines dieser Pünktchen musste wohl der gesuchte kleine Planet sein, aber welches? Im Aeussern unterschied nichts das Planetchen von den umgebenden Fixsternchen. Das Unterscheidungsmerkmal war das Ei des Kolumbus. Man drehte das (die Bilder umkehrende) Fernrohr links über die ganze Sterngruppe hinaus, dann führte die Bewegung des Himmels die Sternchen eines nach dem andern über den Vertikalfaden des Fadenkreuzes hinüber, und der Beobachter merkte sich an der Sekunden schlagenden Sternuhr die Sekunde und den Bruchteil einer Sekunde, wenn dieses eintrat. Zur Kontrolle werden diese Beobachtungen mehrmals hintereinander wiederholt. Dann wird eine Pause von ca. einer halben Stunde gemacht und nach dieser Pause lässt man die betreffende Sterngruppe nochmals durch den Vertikalfaden des Fernrohres gehen. Nimmt man nun wieder die Unterschiede zwischen der Durchgangszeiten der einzelnen Sterne und vergleicht diese Distanzen mit den früher erhaltenen, so wird man erkennen, dass in der Zwischenzeit eines der Sternchen seine Lage gegen die übrigen etwas verändert hat. Dieses ist das gesuchte Planetchen.

Auf der Sternwarte war Bruhns,[1]) der spätere Direktor der Sternwarte zu Leipzig, am grossen Meridianfernrohr be-

[1]) Bruhns, Carl Christian, geb. 22. November 1830 zu Ploen in Holstein, gest. 25. Juli 1881 zu Leipzig, zuerst Schlosser, dann Mechaniker bei Siemens & Halske, 1852 Observator an der Berliner Sternwarte, 1859 Privatdozent, 1860 ausserordentlicher Professor an der Universität, 1868 ordentlicher Professor und Direktor der unter seiner Leitung erbauten neuen Sternwarte in Leipzig, zeichnete sich nach Sidler durch ein ganz eminentes Zahlengedächtnis aus, befasste er sich doch eine Zeitlang damit, die 5-stellige Logarithmentafel auswendig zu lernen.

schäftigt und Winnecke,[1]) später in Strassburg am Durchgangsfernrohr durch den ersten Höhenkreis von Ost nach West.

Als Sidler im August 1855 von Berlin zurückkehrte, holten ihn seine Eltern in München ab. In Zürich angelangt, fügte es sich, dass Sidler mit seinem Vater an der Eröffnungsfeier des eidgenössischen Polytechnikums teilnehmen konnte. Der Herr Alt-Landmann Sidler, Vertreter Zürichs im Nationalrat, war allezeit begeistert für die eidgenössische Hochschule und das eidgenössische Polytechnikum eingetreten, getreu seiner Devise: «Vertrauen wir dem Bunde und realisieren wir seine schönste Idee». Nachdem das Projekt einer eidgenössischen Hochschule am 1. Februar 1854 durch den Ständerat begraben worden war, wurde aber am 7. Februar 1854 die eidgenössische polytechnische Schule beschlossen[2]) und im Frühling mit einem Vorkurs begonnen. Die eigentliche Eröffnung fand am 15. Oktober 1855 statt. Ein offizieller Zug bewegte sich nachmittags 2 Uhr vom Rathaus unter Glockenklang und dem Donner der Kanonen in die Fraumünsterkirche, wo B. R. Frey-Herosee und Schulratspräsident Kern die Rede hielten. Abends vereinigten sich die Teilnehmer zum Festmahl im Kasino, ein Fackelzug der Studenten, deren Sprecher der nachmalige Schulmann Largiadèr war, schloss die sehr gelungene Feier. Georg Sidler erhielt auch die venia docendi am Polytechnikum für mathematische und astronomische Fächer. Im ersten Programm kündigte Sidler an: Theoretische Astronomie, höhere Arithmetik, trigonometrische Reihen mit Anwendungen auf physikalische Probleme, Repetitionskurs über Differenzial- und Jntegralrechnung. Sidler fand auch sofort offizielle Beschäftigung. Jean Pierre Ferdinand Servient, ein französischer Flüchtling aus Brüssel, geb. 1823 auf der Insel Guadeloupe, Zögling der

[1]) Winnecke, Friedrich August Theodor, geb. 5. Februar 1835 zu Gross-Heere, Hannover, gest. 3. Dezember 1897 zu Bonn, Gehilfe an der Sternwarte Berlin, 1858/68 Adjunkt-Astronom an der Nicolai-Hauptsternwarte zu Pulkowa, 1868 Privatmann in Karlsruhe, 1872 ordentlicher Professor und Direktor der neuen Sternwarte zu Strassburg, 1883 emeritiert. Sidler nennt ihn eine ernst religiöse Natur, ein Schüler und Verehrer von Gauss, aber aus dem Bilde von Gauss schnitt er den von Gauss gewählten Wahlspruch aus Shakespeares King Lear: «Nature thou art my godness, to thy laws my services are bound» heraus.

[2]) Siehe Geschichte der Gründung des eidgenössischen Polytechnikums etc. Festschrift.

polytechnischen Schule in Paris. Professor in Paris, musste 1849 nach Brüssel flüchten, worauf er an die zweite mathematische Professur des Polytechnikums berufen worden ist. Er kam aber im Herbst 1855 schon krank in Zürich an, so dass er seine Stelle nie eigentlich angetreten hat. In der Tat starb er dann im Frühling 1856 auf der Ueberfahrt nach den Antillen. Servient hatte angekündigt: «Eléments du calcul différentiel et du calcul intégral; Analyse supérieure ou géometrie analytique».

Die erste Vorlesung: «Eléments du calcul différentiel et du calcul intégral» wurde vom Schulrat Sidler übertragen. Bei dieser Vorlesung, die von Sidler nicht ohne Erfolg gehalten worden ist, hatte er als Zuhörer Largiadèr, den späteren Schulmann in Basel, A. Tièche, den spätern Architekten und jetzigen eidgenössischen Schulrat, Cherbuliez, später Rektor an der Kantonsschule Bern und Schuldirektor in Mülhausen. Auch die Prüfung, die er am Schlusse abhalten musste, fiel zur Befriedigung der anwesenden Schulbehörden aus.

Im Oktober 1856 wurde Sidler als Lehrer an die neugegründete Kantonsschule in Bern berufen. Dieselbe wurde am 3. November 1856 durch einen Festgottesdienst im Münster feierlich eröffnet. Auch an dieser Feier nahm Sidler teil. Vom Herbst 1856 bis Frühling 1859 unterrichtete er Mathematik in den drei obersten Klassen der Literarschule und den zwei obersten Klassen der Realschule. Vom Frühling 1860 bis Frühling 1866 in der obersten Literarklasse sowie in den drei obersten Klassen der Realschule Mathematik, von 1866–1870 Mathematik und Mechanik in Real I und II und vom Jahr 1870 bis zum Jahr 1880, der Aufhebung der Kantonsschule Mathematik in Real I und II und Geschichte in Real I. Für die Schulprogramme schrieb er drei wissenschaftliche Beilagen:

1. 1861. Theorie der Kugelfunktionen.
2. 1865. Ueber die Wurflinie im leeren Raume.
3. 1876. Zur Dreiteilung eines Kreisbogens.

Sidler bewarb sich gleich nach seiner Ankunft in Bern unter dem 13. November 1856 um die Erteilung der venia docendi für Mathematik und Astronomie an der Universität. Die philosophische Fakultät behandelte das ihr von der Erziehungsdirektion überwiesene Gesuch in ihrer Sitzung vom 15. No-

vember. Demselben waren seine Doktordissertation, sowie mehrere Zeugnisse über seine akademische Tätigkeit an der Universität Zürich und dem Polytechnikum beigelegt. Die Fakultät empfahl ihn einstimmig, der Erziehungsdirektion zur Bewilligung unter der üblichen Bedingung, dass eine Probevorlesung der Habilitation vorangehe. Das Gesuch wurde bewilligt und so begann Sidler seine akademische Tätigkeit an der Universität Bern im Sommersemester 1857. Am 24. Juli 1866 stellte Prof. Wild den Antrag, die Fakultät möchte eine Kommission einsetzen, um zu untersuchen, ob man nicht Herrn Dr. Georg Sidler, Privatdozent der Mathematik, der Erziehungsdirektion zur Erteilung einer Honorarprofessur für Astronomie und Mathematik empfehlen wolle. Als Gründe führt er an, dass Herr Sidler seit 7—8 Jahren fast jedes Semester eine, bisweilen auch zwei Vorlesungen mathematischen Inhalts gehalten und zudem der einzige gewesen sei, der während dieser Zeit Kollegien über Astronomie angekündigt und auch zwei Male welche gelesen habe. Seines Wissens seien die Vorlesungen des Herrn Sidler vom besten Erfolge begleitet gewesen. Andererseits habe sich auch Herr Sidler durch eine Reihe von Originalarbeiten auf dem Gebiete der Mathematik und theoretischen Astronomie einen Namen gemacht und endlich an der Hebung und Förderung unserer Sternwarte tätigen Anteil genommen. Derselbe müsse seiner gründlichen theoretischen Kenntnisse in der Astronomie halber bei allen astronomischen Arbeiten auf der Sternwarte zugezogen werden. Es sei daher nicht mehr als billig, wenn man ihm für die geleisteten Dienste die vorgeschlagene Anerkennung zu teil werden lasse. Die Herren Schläfli, Gerwer und Schwarzenbach befürworteten lebhaft diesen Antrag und wünschten eine sofortige Beschlussfassung ohne Niedersetzung einer Kommission. Mit Mehrheit wurde sofort Beschluss gefasst und Herr Sidler ohne weiteres der Erziehungsdirektion zur Erteilung einer ausserordentlichen Professur für Astronomie und Mathematik empfohlen. Der Regierungsrat ernannte am 1. September 1866 Sidler in Anerkennung seiner Verdienste als akademischer Lehrer und seiner Leistungen als Schriftsteller zum Professor Honorarius für Astronomie und Mathematik. Bei dieser Ernennung war mitverstanden, dass er auch Sitz und Stimme in der Fakultät habe

und so finden wir bereits vom November 1866 an Sidler als vollberechtigtes Mitglied in den Sitzungen der Fakultät. Vom Mai 1867 an funktioniert Sidler als Sekretär der Fakultät bis Mai 1868. Im Mai 1871 beschäftigte sich die Fakultät wieder mit Sidler, der mit Rücksicht auf seine geleisteten Dienste bei der Erziehungsdirektion um Erteilung eines Honorars nachsuchte. Das Gesuch wurde von der Fakultät auf das Wärmste empfohlen und zugleich der Erziehungsdirektion nahegelegt, Herrn Sidler zum ausserordentlichen Professor für Mathematik und theoretische Astronomie zu ernennen. Diese Ernennung erfolgte im Jahre 1880, als die Kantonsschule aufgehoben und Sidler sich nun vollständig auf die Universität konzentrierte. Im Jahre 1891 demissionierte Alt-Meister Ludwig Schläfli von seinem Ordinariat und es ist wohl selbstverständlich, dass die Fakultät, als sie von der Erziehungsdirektion aufgefordert wurde, neue Vorschläge zur Besetzung der Stelle einzureichen, in erster Linie an Sidler dachte. Derselbe erklärte aber in der Sitzung vom 19. Januar 1892 eine Wahl nicht annehmen zu wollen und lehnte es auch ab, ein Urteil über die drei in Betracht fallenden Kollegen abzugeben, da er mit allen dreien befreundet sei; hingegen referierte Sidler, nachdem die Ausschreibung der Stelle durchgeführt worden war, in ausgezeichneter Weise über die auswärtigen Bewerber. Bekanntlich wurde dann der Verfasser dieser Biographie von der Regierung zum Ordinarius gewählt. Am 23. Juni 1898 teilte Sidler dem Dekan der philosophischen Fakultät mit, er gedenke auf Ende des Sommersemesters 1898 in den Ruhestand zu treten; die Fakultät mit Rücksicht auf den grossen Verlust, der derselben drohte, beauftragte das Bureau, mit Herrn Sidler zu reden und ihn von seinem Entschlusse abzubringen. Sidler beharrte jedoch in einem Schreiben vom 14. Juli 1898 auf seinem Entschlusse, teilte aber mit, dass er gerne als Honorarprofessor, wenn er dazu ernannt werde, mit der Hochschule in Verbindung bleiben wolle, und als er am 1. Dezember 1898 seine Entlassung von seiner Stelle in allen Ehren und unter Verdankung seiner geleisteten Dienste erhalten hatte, beschloss die Fakultät einstimmig auf Antrag Graf, Sidler als Honorarprofessor der Regierung vorzuschlagen; diese Ernennung erfolgte dann am 17. Dezember 1898 und so blieb

Sidler bis zu seinem Tode mit der Hochschule verbunden und hat auch hie und da Vorlesungen gehalten. Im Jahre 1906 wurden es so 50 Jahre, dass Sidler an bernischen Schulen mittlerer und höchster Stufe gewirkt hat. Die Fakultät beschloss, auf Antrag Graf vom 13. Mai 1906, ihm eine Adresse zu überreichen; diese Adresse, welche Sidlers Verdienste feierte, wurde ihm am 20. Juli 1906 von einer Deputation bestehend aus Rektor, dem Dekan G. Huber und Graf überreicht und von Sidler am 23. Juli verdankt. Wir können es uns nicht versagen, einige Stellen aus seinem Antwortschreiben hier anzuführen, da sie seine Persönlichkeit so recht charakterisieren:

«Wenn ich auch mit Beschämung fühle, dass meine Leistungen hätten andere sein sollen, so nehme ich doch dieses anerkennende Schreiben mit Genugtuung an als ein Zeichen des persönlichen Wohlwollens, das mir meine geehrten Herren Kollegen, und ich darf es wohl aussprechen, nicht nur die jetzt noch lebenden, sondern auch die vielen schon dahingeschiedenen, jederzeit entgegengebracht haben.»

Von der Regierung wurde ein Kredit bewilligt und der Verfasser dieser Zeilen beauftragt, ein passendes Ehrengeschenk für Sidler auszusuchen und Sidler im Auftrage der Regierung zu überreichen, was denn auch geschehen ist.

Seine wissenschaftlichen Publikationen beschlagen Gebiete der Astronomie, Physik und Mathematik. In der Astronomie hat er ausser seiner schon erwähnten Dissertation noch sechs Arbeiten in den Astronomischen Nachrichten, dem Berliner Astronomischen Jahrbuche und in den Berner Mitteilungen publiziert, darunter ist seine bedeutendste diejenige über den Einfluss der Störungen des Uranus durch den Neptun. In der Physik publizierte er mit H. Wild die Magnetischen Elemente von Bern, sowie eine bemerkenswerte Arbeit über die Wurflinie im leeren Raum. In der Mathematik sind elf Arbeiten von ihm bekannt, darunter ist in analytischer Beziehung die bedeutendste die Theorie der Kugelfunktionen, die 1861 als Beilage zum Programm der Kantonsschule erschienen ist. In geometrischer Beziehung sind zu nennen: die Trisektion des Kreisbogens und die Kreischonchoide,

das projektirische Punktsystem auf derselben Geraden, über associerte Punkte der Ellipse, über die Schale Vivianis.

Als Lehrer war er hochgeschätzt und sehr beliebt. Sein Unterricht war ungemein lebhaft und sehr anregend. Voll Hingabe für seine Schüler und Studenten scheute er vor keinem Opfer an Zeit und Kraft für sie zurück. Als prüfendes Mitglied für Mathematik in der Maturitätskommission haben ihn wohl die meisten in unserem Kanton im Amte stehenden Lehrer, Pfarrer, Aerzte und Fürsprecher in der angenehmsten Erinnerung. In den Anforderungen scharf, im Examen hilfreich und wohlwollend war er in der Beurteilung eines Kandidaten die Herzensgüte selbst. In ganz gleicher Weise wirkte er in der Prüfungskommission für das höhere Lehramt. Für alle wissenschaftlichen Fragen hatte er das grösste Interesse. Mehr als 50 Jahre lang, seit 1856, gehörte er der bernischen und schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, er fehlte fast nie eine Sitzung, fast 40 Jahre gehörte er auch der Sektion Bern des Schweizerischen Alpenklubs an. Er war kein verknöcherter Mathematiker, sondern stets für alles Ideale, Schöne und Wahre begeistert. Gegen 70 Jahre alt ging er nochmals nach Berlin, um dort zwei Semester bei den dortigen Koryphäen der Mathematik und Physik Vorlesungen zu hören und an den Kunstdarbietungen einer Grosstadt sich zu erfreuen.

Von zarter Konstitution hat er sich durch eine exemplarisch regelmässige Lebensweise eine bewundernswerte Gesundheit bis kurz vor seinem Tode gesichert. Mit seiner lieben Gattin machte er in den letzten Jahren viele Erholungsreisen und es ist erstaunlich, für wie viele Naturgegegenstände er sich interessieren konnte, mit welch grossem und eigenartigem Sammeleifer er sich ein kleines Museum schuf und welche Freude er empfand, wenn er die Sachen einem Besucher zeigen konnte.

So steht er vor uns als tüchtiger Gelehrter, ein aufopferungsvoller und gewissenhafter Lehrer, als ein wahrhaft guter Mensch mit einer kindlich reinen Seele, als ein treuer Sohn und Bürger seines Vaterlandes. Seiner lieben Gattin, der Tochter unseres ersten Bundeskanzlers H. Schiess, seinen Eltern und Verwandten war er in grösster Liebe zugetan, alles ohne viel Worte, man fühlte seine Herzensgüte durch alle seine Worte

und Handlungen hindurch. Im Juni dieses Jahres begann seine Krankheit mit einem Ohnmachtsanfall; es schien zu Ende gehen zu wollen, doch flackerten seine Lebensgeister wieder auf, und alle Anzeichen waren vorhanden, als ob er sich wieder erholen sollte: ein Herzschlag machte jedoch am 9. November 1907 seinem Leben im Alter von 76 Jahren und 70 Tagen ein Ende.

Im Namen der Schüler, der Kollegen und der Angehörigen der Hochschule sprechen wir der tiefgebeugten Gefährtin seines Lebens, der er in inniger Liebe zugetan war, unser tiefstes Beileid aus und rufen unserm scheidenden Freunde ein inniges Lebewohl zu. «Das Andenken des Gerechten wird im Segen bleiben» und die markante charakteristische Persönlichkeit Georg Sidlers uns stets in Erinnerung sein.

Seine Publikationen sind:

1. Sur les inégalités du moyen mouvement d'Uranus dues à l'action perturbatrice de Neptune. Zürich 1854.
2. Ueber die Acceleration des Uranus durch Neptun. (Astronomische Nachr. XLVIII) 1858.
3. Entwicklung der rechtwinkligen Coordinaten eines Planeten nach den störenden Massen nach Raabe. (Astron. Nachr. LI 1860.)
4. Ephemeriden des Neptun für 1856. (Berliner Astronom. Jahrb. f 1856.)
5. Ein Satz von Lehman-Filhés 1 und 3 S. (Astronom. Nachr. 1881, 99 Bd.)
6. Totale Sonnenfinsternis vom 18. August 1868 3 S. (Bern Naturf. Ges. Mitteilungen 1869.)
7. Die Sonnen-Protuberanzen 4 S. (Bern, Naturf. Ges. Mitteil. 1871.)
8. Sur une série algébrique. (Schweiz. naturf. Gesellschaft, Zürich, 1856.)
9. Trisektion eines Kreisbogens und die Kreischonchoide, 32 S. (Bern, Naturf. Gesch. Mitteilungen 1873.)
10. Dreiteilung eines Kreisbogens. (Bern, Naturf. Ges. Mitteilungen, 12 S., 1876)
11. Projektivisches Punktsystem auf derselben Geraden, 6 S. (Zürcher Vierteljahrschr. der Naturf. Ges. 9 Bd., 1864, 6 S.)
12. Zur cubischen Gleichung, 1 S. (Bern, Naturf Ges. Mitteil. 1898.)
13. Algebraische Reihe. (Bern, Naturf. Ges. Mitteilungen 19 S., 1899.)
14. Die Theorie der Kugelfunktionen. (Programm der Berner Kantonsschule, 1861, 4° 71 S.)
15. Ueber associerte Punkte der Ellipse. (Berner Mitteilungen, 85 S. S. 3 und XV.)
16. Die Schale Vivianis. (Berner Mitteilungen, 1901.)
17. Zur Theorie des Kreises. 8 S. u. a. (Bern, Mitteilungen, 1902, 9. S.)
18. Zu den Logarithmischen Reihen. (Bern, Mitteilungen, 1904. 8 S.)
19. Ueber die Wurflinie im leeren Raum. (Programm der Kantonsschule Bern 1865.)
20. Zur Dreiteilung eines Kreisbogens. (Bern, dito. 1876.)

Die angekündigten Vorlesungen Sidlers sind:

S.-S. 1857: Astronomie, in wöchentlich 2 Stunden.

W.-S. 1857/58: Ebene und sphärische Trigonometrie, mit Anwendungen auf Astronomie; 2 St. wöchentlich.
Algebraische Analysis, als Einleitung zur Differentialrechnung; 3 Std. wöchentlich.

S.-S. 1858: Ueber die Eigenschaften der ganzen Zahlen, 2 mal wöchentlich.
Ueber trigonometrische Reihen, 4 mal wöchentl.

W.-S. 1858/59: Theorie der Kräfte, die nach dem Newton'schen Gesetz wirken, 3 Std. wöchentlich.
Astronomie, 2 Std. wöchentlich.

S.-S. 1859: Elemente der Differential- und Jntegralrechnung, 3 mal wöchentlich.

W.-S. 1859/60: Elemente der analytischen Mechanik mit Anwendung auf die Theorie der Planetenbewegung, 3 mal wöchentlich.
Planetenbewegung, 3 mal wöchentlich.

S.-S. 1860: Elemente der Differential- und Jntegralrechnung, wöchentlich 3 Std.
Astronomie, mit Uebungen auf der Sternwarte; in 3 wöchentlichen Std.

W.-S. 1860/61: Mathematische Uebungen, 2 mal wöchentlich.
Astronomie, in 3 wöchentlichen Std.

S.-S. 1861: Mathematische Uebungen, 2 mal wöchentlich.

W.-S. 1861/62: Astronomie in populärer Fassung, 2 Std. wöchentl.
Theorie der Störungen, 3 mal wöchentlich.

S.-S. 1862: Mathematische Uebungen, in 2 wöch. Std.
Astronomie, 2 Std. wöchentlich.

W.-S. 1862/63: Differential- und Jntegralrechnung, 3 Std. wöch.

S.-S. 1863: Astronomie in populärer Behandlungsweise, 2 St. wöchentlich.
Theoretische Astronomie, 3 Std.

W.-S. 1863/64: Astronomie, mit Uebungen auf der Sternwarte; 2 Std. wöchentlich.

S.-S. 1864: Elemente der Mathematik, 3 Std. wöchentlich.

W.-S. 1864/65: Algebraische Analysis, 2 Std. wöchentlich.
Analytische Mechanik mit besonderer Berücksichtigung der nach dem umgekehrten Quadrat der Entfernung wirkenden Kräfte; 3 Std. wöchentlich.
Theoretische Astronomie, 3 Std. wöchentlich.

S.-S. 1865: Ebene und sphärische Trigonometrie mit Anwendung auf mathematische Geographie, 2 Std. wöchentlich.
Differential- und Jntegralrechnung, in 2 wöchentlichen Stunden.

W.-S. 1865/66: Repetitorium der Elementarmathematik, 2 Std. wöchentlich.
Elemente der Astronomie, 1 Std. wöchentlich.
S.-S. 1866: Elemente der Differential- und Jntegralrechnunng mit Anwendungen, 2 Std. wöchentl.
Populäre Astronomie, 1 St. wöchentlich.
Theorie der Bewegungen der Planeten und Kometen, 2 Std. wöchentlich.
W.-S. 1866/67: Theorie der Bewegung der Himmelskörper, welche in Kegelschnitten die Sonne umlaufen, 2 Std. wöchentlich.
Astronomie in populärer Behandlungsweise, 2 Std. wöchentlich.
Differential- und Jntegralrechnung, Theorie der kleinsten Quadrate; 2—3 St. wöchentlich.
S.-S. 1867: Einleitung in die Differential- und Jntegralrechnung als Repetitorium, 2 St. wöchentlich.
Populäre Astronomie, 1 Std. wöchentlich.
W.-S. 1867/68: Neuere Geometrie nach Steiner, 2 Std. wöchentlich.
Algebraische Analysis, 2 Std. wöchentlich.
Theoretische Astronomie, 2 Std. wöchentlich.
S.-S. 1868: Synthetische Geometrie, 2 Std. wöchentlich.
Mechanik des Himmels, 2 Std. wöchentlich.
Elliptische Funktionen, 2 Std. wöchentlich.
W.-S. 1868/69: Differential- und Jntegralrechnung, 3 Std. wöchentlich.
Analytische Geometrie des Raumes, 2 Std. wöchentl.
Astronomie, 2 Std. wöchentlich.
S.-S. 1869: Ebene und sphärische Trigonometrie, 2 Std. wöchentlich.
Differential- und Jntegralrechnung, 2—3 Std wöchentlich.
Astronomie, 2 St. wöchentlich.
W.-S. 1869/70: Differential- und Jntegralrechnung, 2 Std. wöchentlich.
Theoretische Astronomie, 2 Std. wöchentlich.
Repetitorium der Elementarmathematik, 2 St. wöchentlich.
S.-S. 1870: Differential- und Jntegralrechnung, 2 St. wöchentl.
Theoretische Astronomie, 2 Std. wöchentlich.
W.-S. 1870/71: Synthetische Geometrie, zweistündig.
Elemente der Differential- und Jntegralrechnung, zweistündig.
S.-S. 1871: Ueber die nach dem umgekehrten Quadrat der Entfernung wirkenden Anziehungskräfte, zweistündig.

	Ueber die Bewegung der die Sonne in Kegelschnitten umkreisenden Himmelskörper, zweistündig.
W.-S. 1871/72:	Elliptische Funktionen, dreistündig. Neuere Geometrie, zweistündig.
S.-S. 1872:	Differential- und Jntegralrechnung, zweistündig. Theoretische Astronomie, zweistündig.
W.-S. 1872/73:	Ueber Funktionen komplexer Grössen, zweistdg. Synthetische Geometrie, zweistündig.
S.-S. 1873:	Sphärische Astronomie, in 2 Std. wöchentlich.
W.-S. 1873/74:	Ueber die Bewegungen der Planeten um die Sonne, dreistündig. Einleitung in die mathematische Physik, zweistd.
S.-S. 1874:	(liest nicht.)
W.-S. 1874/75:	Elemente der Differential- und Jntegralrechnung mit Anwendungen auf analytische Geometrie. dreistündig. Theorie der planetarischen Störungen, zweistdg.
S.-S. 1875:	Elemente der Differential- und Jntegralrechnung, 2—3 Std. Theorien der Mondbewegung, 2 Std.
W.-S. 1875/76:	Synthetische Geometrie, 2 Std. Repetitorium über Algebra, Trigonometrie und analytische Geometrie, 2 Std.
S.-S. 1876:	Ausgewählte Partien der analytischen Geometrie, 3 Std.
W.-S. 1876/77:	Theorie und Anwendungen der Kugelfunktionen, 3 Std.
S.-S. 1877:	Berechnung der Bahnen der die Sonne umlaufenden Himmelskörper, 2 Std.
W.-S. 1877/78	Theorie der planetarischen Bewegungen, zweist.
S.-S. 1878:	Theorie der planetarischen Störungen, zweist.
W.-S. 1878/79:	Mathematische Geographie und Uebersicht der Erscheinungen am gestirnten Himmel, zweist.
S.-S. 1879:	Einleitung in die synthetische Geometrie, zweist. Die Erscheinungen am gestirnten Himmel, einstd.
W.-S. 1879/80:	Synthetische Geometrie, zweistündig. Theoretische Astronomie, zweistündig.
S.-S. 1880:	Synthetische Geometrie der Kegelschnitte, dreistündig.
W.-S. 1880/81:	Theorie der planetarischen Bewegungen, dreistündig.
S.-S. 1881:	Mathematische Geographie, zweistündig. Ausgewählte Kapitel aus der synthetischen Geometrie, einstündig.
W.-S. 1881/82:	Theorie und Anwendungen der Potentialfunktionen, dreistündig.
S.-S. 1882:	Ausgewählte Abschnitte der theoretischen Astronomie, dreistündig.
W.-S. 1882/83:	Theorie der planetarischen Störungen, dreistd.
S.-S. 1883:	Theorie der Mondbewegung, dreistündig. Synthetische Geometrie, zweistündig.

W.-S. 1883/84:	Elemente der Astronomie, dreistündig.
	Anwendung der Infinitesimalrechnung auf Geometrie, dreistündig.
S.-S. 1884:	Ausgewählte Partien aus der Astronomie, zweist.
	Elemente der Infinitesimalrechnung, zweist.
W.-S. 1884/85:	Theorie und Anwendungen der Potentialfunktion, zweistündig.
	Ueber die Einrichtung des Kalenders, einstd.
S.-S. 1885:	Mathematische Geographie, zweistündig.
	Wahrscheinlichkeitsrechnung und Methode der kleinsten Quadrate, einstündig.
W.-S. 1885/86:	Ausgewählte Kapitel der Geometrie, zweistd.
	Ueber die Bewegung der die Sonne in Kegelschnitten umlaufenden Himmelskörper, dreist.
S.-S. 1886:	Ueber Ellipsenbogen, deren Differenz algebraisch darstellbar ist, zweistündig.
W.-S. 1886/87:	Mathemathische Geographie, zweistündig.
	Synthetische Geometrie, zweistündig.
S.-S. 1887:	Das ebene Dreieck in synthetischer Behandlung, zweistündig.
	Theoretische Astronomie, 2 Std.
W.-S. 1887/88:	Synthetische Geometrie der Kegelschnitte, 2 Std.
	Mathematische Geographie, 2 Std.
S.-S. 1888:	Ausgewählte Kapitel synthetischer Geometrie, 3 Std.
	Ueber Ellipsenbogen, deren Differenz rectifizirbar ist. 2 Std.
W.-S. 1888/89:	Theorie und Anwendungen der Potentialfunktionen 2 Std.
	Das ebene Dreieck, 3 Std.
S.-S. 1889:	Theorie des Potentiales. II. Teil, 2 Std.
	Ueber Ellipsenbogen mit rectifizierbarer Differenz, 2 Std.
W.-S. 1889/90:	Theorie und Anwendungen des Potentiales, 3 Std.
	Ueber den Kalender, 1 Std.
S.-S. 1890:	Das Problem der drei Körper (Einleitung in die Mechanik des Himmels), 3 Std.
W.-S. 1890/91:	Neuere Geometrie des Dreiecks, 3 Std.
S.-S. 1891:	Synthetische Geometrie der Kegelschnitte, 3 Std.
W.-S. 1891/92:	Theoretische Astronomie, 3 Std.
S.-S. 1892:	Geometrische Uebungen, 2—3 Std.
W.-S. 1892/93:	Kinematische Geometrie, 3 Std.
S.-S. 1893:	Einleitung in die projektivische Geometrie, 2 Std.
	Uebersicht der Erscheinungen am gestirnten Himmel, 1 Std.
W.-S. 1893/94:	Nicht angekündigt.
S.-S. 1894:	

W.-S. 1894/95: Planetarische Ephemeriden und Bahnbestimmungen, 2 Std.
Mechanik des Himmels.
S.-S. 1895: Neuere Geometrie des Dreiecks, 2—3 Std.
W.-S. 1895/96: Trimetrische Koordinaten. Ausgezeichnete Punkte und Linien im Dreieck, 3 Std.
Ueber Ellipsenbogen, deren Differenz rectificabel ist, 1 Std.
S.-S. 1896: Theorie des Potentials mit Anwendung auf die Gestalt und die Konstitution der Erde, 3 Std.
Uebersicht der Geschichte der Mathematik, 2 Std.
W.-S. 1896/97: Mechanik des Himmels, 4 Std.
S.-S. 1897: Synthetische Geometrie der Kegelschnitte, 2 Std.
Geometrische Uebungen, 1 Std.
W.-S. 1897/98: Geometrie der projektivischen Beziehungen der Kegelschnitte, 2 Std.
Analytische Geometrie der Raumkurven, 1 Std.
S.-S. 1898: Theoretische Astronomie, 2 Std.
Methode der kleinsten Quadrate, 1 Std.
W.-S. 1898/99:
S.-S. 1899:
W.-S. 1899/00:
S.-S. 1900:
W.-S. 1900/01: Nicht angekündigt.
S.-S. 1901:
W.-S. 1901/02:
S.-S. 1902:
W.-S. 1902/03:
S.-S. 1903: Ueber Ellipsenbogen, deren Differenz rectifizierbar ist, zweistündig.
W.-S. 1903/04:
S.-S. 1904: Nicht angekündigt.
W.-S. 1904/05:
S.-S. 1905: Geometrische Uebungen, zweistündig.

Benützte Quellen sind:

1. Die Autobiographie Sidlers, aufhörend mit seiner Berufung nach Bern.
2. Neue Zürcher Zeitung No. 315 vom 13. Nov. 1907, «Prof. Dr. Georg Sidler» von Herrn Alt-Bundesrichter Dr. Leo Weber.
3. Zur Erinnerung an Professor Georg Sidler. (Rede von Prof. Dr. Gustav Tobler.)
4. Bund vom 15. Nov. 1907. (Rede von Prof. Graf.)
5. Schweiz. Illustrierte Zeitschrift, Jahrgang 1862, S. 32. (Landammann Sidler.)
6. Gallerie berühmter Schweizer No. 26, I Bd. von Alfred Hartmann.
7. Berichte der Kantonsschule Bern und das Archiv der Hochschule.

B. Aeberhardt.

Contribution à l'étude du système glaciaire alpin.

Introduction.

Les deux publications qui, à l'heure actuelle, font autorité dans l'étude du phénomène glaciaire des Alpes sont, sans contredit, « Le système glaciaire des Alpes », guide publié à l'occasion du congrès géologique international (Zurich 1894) par *A. Penck*, *Ed. Brückner* et *L. du Pasquier*, et « Die Alpen im Eiszeitalter », par *A. Penck* et *Ed. Brückner*, gros ouvrage encore en cours de publication. Tout naturaliste désireux d'approfondir ses connaissances sur l'histoire du quaternaire dans l'Europe centrale devra, à l'avenir, tenir compte de ces deux ouvrages, car ils représentent l'effort le plus considérable fait en vue de coordonner nos connaissances sur ce sujet.

La théorie émise par ces naturalistes est la suivante: les glaciers sortis des diverses vallées des Alpes recouvraient l'avant pays et travaillaient à la création d'un complexe glaciaire et fluvioglaciaire. Sous cette dénomination on comprend les *moraines terminales* déposées devant le front du glacier pendant un temps d'arrêt relativement long; puis, en aval de la moraine terminale, des *alluvions* à pente superficielle un peu plus prononcée dans le voisinage immédiat de la moraine. Cette région intermédiaire entre la moraine terminale et la terrasse d'alluvions située plus vers l'aval est appelée *cône de transition* . . . . . « La région du cône de transition présente souvent dans sa structure des alternances de glaciaire et de fluvioglaciaire. Les intercalations glaciaires se trouvent soit à la base, soit dans la masse, soit surtout vers la surface des alluvions. Il n'est pas rare de voir dans les coupes profondes de la région des moraines l'alluvion se poursuivre sous le glaciaire... Dans la règle cependant, l'alluvion n'atteint guère, sous les mo-

raines, la dépression centrale, celle-ci ne paraît limitée à l'aval que par le glaciaire proprement dit des moraines . . . vers l'amont, le fluvioglaciaire se termine donc en coin sous les moraines. » (Le système glaciaire des Alpes, p. 9 et 10).

En amont des moraines terminales, le sol descend à contre-pente d'une façon sensible et l'on arrive dans une espèce de cuvette appelée *dépression centrale*. Celle-ci est assez souvent occupée par un lac ou par une plaine en partie alluviale, en partie tourbeuse si le lac a été comblé (fig. 1).

Fig. 1. Complexe glaciaire et fluvioglaciaire.
W = moraines terminales. w = terrasse d'alluvions.
c = cône de transition. d = dépression centrale.

Quant à la genèse des différentes parties du complexe glaciaire et fluvioglaciaire, voici ce qu'en dit « Le système glaciaire des Alpes » (p. 10) : . . . « Devant le front du glacier, les torrents surchargés de matériaux alluvionnaient, tandis que le glacier lui-même déposait, sous forme de moraines terminales, tous les éléments qui ne devenaient pas la proie des eaux. Quant à l'espace occupé par le glacier, aucune accumulation ne s'y produisait; bien plus, il était exposé à la friction glaciaire, en sorte qu'il y avait là, lors du retrait, une cuvette ou dépression centrale limitée par des accumulations morainiques ou même érodée par le glacier. Cette dépression devait former un lac, si elle n'était pas alluvionnée au fur et à mesure du retrait des glaces . . . »

Ainsi, d'une part, les auteurs des ouvrages cités admettent le synchronisme de la terrasse d'alluvions et de la moraine terminale; pour eux, l'une et l'autre ont été déposées devant le front du glacier au même moment. D'autre part, ils admettent que les alluvions de la terrasse ne se prolongent pas bien loin en amont des moraines terminales.

De plus, comme *A. Penck* et *Ed. Brückner* ont pu observer 4 complexes glaciaires et fluvioglaciaires emboîtés l'un dans l'autre ou se recouvrant l'un l'autre, ils admettent une qua-

druple glaciation de la chaîne des Alpes. Je suppose que c'est en souvenir de la région où il a commencé ses études de glaciologie qu'*A. Penck* les désigne sous le nom de glaciation de Günz, glaciation de Mindel, glaciation de Riss et glaciation de Würm, Günz, Mindel, Riss et Würm étant des rivières de la région d'Ulm où les terrasses alluviales sont bien développées et distinctes.

Dans « Die Alpen im Eiszeitalter » les moraines des glaciations sont respectivement désignées par les majuscules G, M, R et W et les alluvions correspondantes par les minuscules g, m, r et w. Je conserverai ces lettres qui ont l'avantage de ne pas charger les profils et croquis, mais emploierai aussi pour les alluvions les termes plus clairs de *vieilles alluvions des plateaux* (Ältere Deckenschotter, g), *jeunes alluvions des plateaux* (Jüngere Deckenschotter, m), *alluvions des hautes terrasses* Hochterrassenschotter, r) et *alluvions des basses terrasses* (Niederterrassenschotter, w), dénominations employées par « Le système glaciaire des Alpes ».

Voyons maintenant les faits qui ont servi de base à la théorie énoncée dans les deux ouvrages précités.

Relations entre les terrasses d'alluvions et les moraines terminales dans les Alpes orientales.

Comme c'est surtout dans la région des Alpes orientales que *Penck* et *Brückner*[1]) ont fait les observations qui les ont conduits à créer leur théorie, ce sont surtout celles-là que je citerai.

Dans le bassin glaciaire de l'Iller et du Lech, *Penck* cite les alluvions de la basse terrasse dans la vallée morte de Memmingen et dans la vallée même de l'Iller. Les premières entrent en contact avec les moraines terminales de la dernière glaciation au village d'Ittelsbourg; mais on peut les suivre encore plus en amont sur une distance de 5 km. Elles disparaissent dans la

---

[1]) *A. Penck.* Die Vergletscherung der deutschen Alpen, Leipzig 1882. *Ed. Brückner.* Die Vergletscherung des Salzachgebietes, Wien 1886.

région de la dépression centrale [1]). Dans le bassin du Lech, la basse terrasse de la Wertach passe sous la moraine terminale de la dernière glaciation non loin de Kaufbeuren et se prolonge en amont sur 10 km. encore, jusque non loin de Biessenhofen.[2]) Le fait que ces alluvions contiennent des galets striés est pour Penck une preuve de la liaison qui doit exister, selon lui, entre moraine terminale et alluvions de la terrasse.[3])

On observe de même le passage des alluvions de la haute terrasse sous des moraines dans la vallée de l'Iller, non loin de Legau [4]), où Penck les a suivies sur une distance de 4 à 5 km. sous la moraine. La haute terrasse d'Augsbourg [5]) passe, elle aussi, sous des moraines et se prolonge vers l'amont pendant quelques kilomètres encore.

Les jeunes alluvions des plateaux [6]), par contre, entrent en contact avec la moraine sans que l'on puisse observer un prolongement de la terrasse sous la moraine vers l'amont. *Penck*[7]) fait en outre remarquer que la moraine qui recouvre la terrasse du Rothwald dans la vallée du Lech passe d'une façon insensible aux couches supérieures de l'alluvion.

Les vieilles alluvions des plateaux [8]), elles enfin, recouvrent de la moraine non loin de Wagegg dans la vallée de la Günz occidentale.

Si l'on résume donc les relations existant entre les moraines terminales et les terrasses d'alluvions respectives dans la région de l'Iller et du Lech, on obtient le tableau suivant:

w	(Memmingen)	pénètre	à	5 km.	dans	la région intramorainique.
w	(Wertach)	»	»	10 »	»	»
r	(Legau)	»	»	4 à 5 km.	»	»
r	(Augsbourg)	»	»	quelques km.	»	»
m		prend contact avec la moraine,				
g	(Wagegg)	recouvre la moraine.				

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 36.
[2]) Id., p. 43.
[3]) Id., p. 43.
[4]) Id., p. 36.
[5]) Id., p. 43.
[6]) Id., p. 36 et tab. I, prof. 1.
[7]) Id., p. 43.
[8]) Id., p. 37 et 38.

Penck [1]) a de même observé qu'au voisinage des moraines terminales les alluvions des terrasses prennent, à leur surface, une pente plus prononcée que plus en aval et qu'elles augmentent sensiblement d'épaisseur comme l'indique la tabelle ci-dessous:

	Région du cône de transition.	Région située plus à l'aval.
w	pente 12 ‰. épaisseur 60 m.	pente 3 ‰. épaisseur 21 m.
r	pente 6—7 ‰. épaisseur 20 m.	pente 3 ‰. épaisseur 20 m.
m	pente 10 ‰. épaisseur 50 m.	pente 5,5 ‰. épaisseur 15—35 m.
g	pente 14 ‰. épaisseur 50—60 m.	pente 4 ‰. épaisseur 20—30 m.

Je ne crois donc pas m'écarter beaucoup de la vérité en admettant que ce sont surtout les constatations faites dans le bassin glaciaire de l'Iller et du Lech qui ont servi de base à la théorie exposée dans le « Le système glaciaire des Alpes ». On trouve réunis ici tous les éléments principaux de la théorie; les 4 terrasses étagées l'une au-dessus de l'autre, chacune entrant en contact vers l'amont avec des moraines terminales ou autres. Il est vrai que les alluvions des deux terrasses inférieures passent sous la moraine, mais elles ne se prolongent pas bien loin vers l'amont, 10 kilomètres au maximum, aussi « Le système glaciaire des Alpes » a-t-il pu annoncer que si les alluvions passaient sous la moraine, elles n'atteignaient pas, dans la règle, la dépression centrale. En outre, chaque moraine terminale est suivie par une région de la terrasse à pente plus prononcée, le cône de transition contenant des galets striés. En arrière de la moraine terminale de la dernière glaciation commence la dépression centrale [2]).

Les faits constatés dans les autres bassins glaciaires des Alpes orientales ne rentrent pas tous aussi facilement dans le cadre de la théorie énoncée.

Dans la vallée de l'Isar, on rencontre des alluvions comprises entre deux moraines non loin de Tölz [3]), à l'entrée de la

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 34, 35 et 36. [2]) Id., p. 36. [3]) Id., p. 195.

vallée dans les Alpes. Elles sont ici à environ une vingtaine de kilomètres en arrière des moraines de la dernière glaciation, dans la zône intramorainique. *Penck* reconnaît les avoir prises autrefois pour une formation interglaciaire. On rencontre de même des alluvions correspondant à la basse terrasse et recouvertes de moraine de fond sur la rive gauche de l'Isar à Wolfrathshausen [1]) comme aussi sur la rive droite du lac de Würm, entre Ambach et Ammerland [2]), à 20 km. à l'intérieur des moraines terminales.

Les alluvions de la basse terrasse de l'Inn prennent contact avec les moraines de la dernière glaciation non loin de Gars [3]) Les couches supérieures des alluvions de la basse terrasse seules passent à la moraine [4]), tandis que les 50 mètres de couches inférieures peuvent être suivis en amont sous la moraine de fond sur 30 km. encore, jusque dans le voisinage de Rosenheim. De Rosenheim à Kufstein, dans la partie transversale de la vallée de l'Inn au sortir des Alpes, les alluvions disparaissent, mais dès Kufstein elles réapparaissent dans les vallées transversales ou dans la grande terrasse de l'Inn [5]) et jusqu'à Imst il est possible de les suivre pincées entre deux moraines de fond.

Dans la vallée de la Salzach, la basse terrasse passe sous la moraine terminale de la dernière glaciation non loin de Wilhardforst. Elle est encore visible dans la zone intramorainique, environ 20 km. plus au sud dans une tranchée de la Salzach, non loin de Laufen [6]). où elle apparaît pincée entre deux moraines et c'est sur une distance de 35 km. en amont des moraines terminales qu'on peut l'observer. On ne la rencontre plus par contre dans l'intérieur des Alpes.

Dans la vallée de l'Inn, la haute terrasse passe sous les moraines de l'avant-dernière glaciation vers Jettenbach [7]). Elle disparaît peu après et ce n'est guère que sur une longueur de

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 64.
[2]) Id., p. 185, fig. 39.
[3]) Id., p. 79.
[4]) Id., p. 130 et profil 25, p. 134.
[5]) Id., p. 315—342.
[6]) Id., profils 28 et 29, p. 152.
[7]) Id., p. 134 et 135.

3 à 4 kilomètres qu'elle est surmontée par la moraine; plus en amont dans la zone intramorainique, la haute terrasse est inconnue. Elle apparaît encore recouverte de moraine de l'avant-dernière glaciation d'Erding à Schwaben [1]), sur environ 12 km. Par contre, pas plus dans la région intramorainique de la dernière glaciation de l'Inn que dans la région intramorainique de la dernière glaciation de la Salzach, on ne cite de lambeaux de la haute terrasse; aussi est-il étonnant de voir, dans la vallée de l'Alz [2]), entre les deux arcs morainiques de l'Inn et de la Salzach comme aussi dans la vallée de la Mattig, à l'est de l'arc morainique de la Salzach, la basse terrasse, la haute terrasse et les jeunes alluvions des plateaux se rapprocher des Alpes jusqu'à les toucher.

Dans la vallée de l'Inn, les jeunes alluvions des plateaux pénètrent aussi assez avant dans la zone intramorainique; elles existent encore à Assling [3]), à 10 kilomètres en arrière d'un point où elles sont recouvertes par de la moraine ancienne.

Ainsi ce que l'on observe dans les bassins glaciaires de l'Isar, de l'Inn et de la Salzach ne rentre déjà plus aussi facilement dans le cadre de la théorie telle qu'elle a été créée pour le bassin glaciaire de l'Iller et du Lech. La basse terrasse qui apparaît dans la zone intramorainique de la Salzach et de l'Inn pincée entre deux moraines, et cela non plus sur 10 km. comme dans la vallée de la Wertach, mais sur 30 et 35 km., a obligé *A. Penck* et *Ed. Brückner* à placer, avant la grande poussée de Würm, une première poussée tout aussi importante du dernier glacier suivie de la période interstadiaire de Laufen. [4])

Chaque niveau de la quadruple succession de terrasse d'alluvions est séparé du suivant par une distance assez grande. Cette distance est, dans la région de Memmingen, de 50—90 mètres entre la surface des vieilles alluvions des plateaux et la base des jeunes alluvions des plateaux; elle est de 45—70 mètres entre la surface des jeunes alluvions des plateaux et la base de la haute terrasse, de 50 m. entre la surface de la haute terrasse

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 135 et fig. 22, p. 129.
[2]) Id., p. 79.
[3]) Id., fig. 24, p. 134.
[4]) Id., p. 157.

et la base de la basse terrasse, et enfin de 20—30 m., de la surface de la basse terrasse au talweg de la vallée actuelle[1]). Il faut donc admettre, en plus de 4 périodes d'alluvionnement, 4 périodes pendant lesquelles les rivières ont érodé. *A. Penck* explique ces alternatives de la façon suivante : tandis qu'en aval de la moraine frontale le glacier alluvionnait, sur l'emplacement qu'il occupait, le glacier érodait. Il laissait, lors de sa disparition, une cuvette en contrebas de la moraine frontale et de la terrasse, de sorte que la rivière devait forcément, à la suite du retrait du glacier, se creuser un chenal au travers de la moraine, des alluvions et même attaquer la roche sousjacente. En résumé, les époques glaciaires auraient été des époques de surcreusement dans la zone intramorainique et d'alluvionnement dans la zone extramorainique, tandis que les époques interglaciaires auraient été des époques de comblement pour la zone intramorainique surcreusée et d'érosion pour la zone extramorainique.[2])

Je cherche depuis quelques années une cause à ces alternatives d'affouillement et d'alluvionnement des rivières de la période quaternaire et j'avoue que j'accepterais bien volontiers cette explication, si elle était en accord avec tout ce que j'ai pu observer jusqu'à maintenant dans le bassin glaciaire du Rhône. Or je répète ici ce que j'ai déjà fait remarquer à l'un des créateurs de cette théorie, c'est qu'on a trop peu tenu compte pour l'échafauder du bassin glaciaire alpin par excellence, j'ai cité celui du Rhône. Il semble bien que l'on ait d'abord édifié la théorie pour la région des Alpes orientales[3]) et que l'on ait cherché de l'adapter ultérieurement au bassin glaciaire du Rhône. Quantité de faits observés dans les bassins glaciaires des Alpes orientales se retrouvent ici, c'est évident; mais par suite de la disproportion entre les bassins collecteurs, plusieurs des phénomènes prennent ici une ampleur telle qu'il n'est plus possible de les faire rentrer dans le cadre de la théorie précitée et que force sera bien de modifier celle-ci.

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 33.
[2]) Id., p. 120 et 121.
[3]) Id., p. 25.

Bassin glaciaire du Rhône.

Pour ne pas me répéter[1]), je me bornerai à citer les faits qui, dans cette région, me semblent être en désaccord avec la théorie des auteurs du « Système glaciaire des Alpes ».

C'est d'abord la présence constatée de moraine de fond un peu partout, à la base de la basse terrasse: à la base de la colline de Strättligen près de Thoune, comme à la base de la basse terrasse de Broc en Gruyère; à la base de la basse terrasse du bois de la Bâtie près de Genève, comme à la base de la basse terrasse de Lyss; à la base de la basse terrasse d'Aarau[2]), comme à la base de la basse terrasse de Birmensdorf[3]), comme enfin à la base de la basse terrasse de la Beznau. Les auteurs de « Die Alpen im Eiszeitalter » expliquent les premiers de ces affleurements, lesquels se trouvent dans la zone intramorainique de la dernière glaciation, par l'oscillation interstadiaire de Laufen. Ceux de Birmensdorf et d'Aarau se trouvent dans la zone extramorainique de la glaciation de Würm et cherchent encore leurs pareils dans la région des Alpes orientales. L'explication qu'en donne *Brückner* ne me paraît pas satisfaisante lorsqu'il admet qu'ils ont été déposés par le dernier glacier, lequel aurait poussé une pointe plus en aval que les moraines terminales de la dernière glaciation avant de s'arrêter au voisinage de Wangen et de Villmergen. Il semble d'ailleurs bien que ces différents dépôts aient mis dans l'embarras les auteurs de « Die Alpen im Eiszeitalter ». Tandis que pour l'affleurement de Birmensdorf[4]) l'ouvrage donne l'explication que je viens de citer, il admet pour les blocs de la base de la basse terrasse d'Aarau, comme d'ailleurs aussi pour d'autres de la basse terrasse de Bâle, le transport à l'intérieur d'icebergs lors de la débâcle d'un lac gla-

[1]) *B. Aeberhardt.* Etude sur les alluvions anciennes des environs de Genève, Eclog. geol. Hel. Vol. VII. No. 4. — *Id.* Note sur le quaternaire du Seeland, Arch. des Sc. phys. et nat. XVI. 1903. — *Id.* Les gorges de la Suze, Beilage z. Jahresb. des Gymnasiums in Biel für das Schuljahr 1906—07. — *Id.* Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions intramorainiques de la Suisse occidentale, Eclog. geol. Helv. 1908.

[2]) *F. Mühlberg.* Boden von Aarau, p. 51.

[3]) *F. Mühlberg.* Mitt. Aargauer Natur. Ges.. IX, 1901, p. 91.

[4]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 498 et 499.

ciaire. Pour les blocs de la basse terrasse de Mölin [1]), l'ouvrage admet qu'ils appartenaient antérieurement aux moraines terminales de l'avant-dernière glaciation lesquelles surmontent la haute terrasse de Mölin; la rivière de la basse terrasse aurait insensiblement miné ces alluvions et amené les blocs dans leur position actuelle. Seul l'affleurement de la Beznau [2]) appartiendrait à la moraine de l'avant-dernière glaciation.

La présence de moraine de fond un peu partout à la base de la basse terrasse dans le bassin glaciaire du Rhône, je le répète, me semble être en désaccord avec la théorie du « Système glaciaire des Alpes ». En effet, voici donc, suivant nos auteurs, le glacier de Würm amenant une première fois sa moraine de fond jusqu'à Birmensdorf dans le bassin de la Reuss, jusqu'en aval de Laufen, dans la vallée de la Salzach, jusqu'à Zaizering dans la vallée de l'Inn sans avoir pu déposer la moindre petite terrasse d'alluvions; car si la moraine de fond de la surface recouvre les alluvions de l'oscillation de Laufen, jamais on n'a observé d'alluvions sous la moraine de la base. Cependant, il aura fallu qu'un temps assez long s'écoulât pour que le glacier de la Reuss atteignît Birmensdorf. Voilà donc une poussée du glacier qui se serait effectuée sans qu'il y eût dépôt d'alluvions et ce n'est qu'après le retrait du glacier qu'aurait eu lieu le dépôt des alluvions de l'oscillation de Laufen. Il me paraît beaucoup plus plausible d'admettre que la moraine de l'avant-dernière glaciation qui coupe obliquement la haute terrasse d'Aarau [3]) et qui recouvre la haute terrasse des environs de Brugg passe à la base de la basse terrasse. D'ailleurs, de deux choses l'une: ou le glacier érode, ou il n'érode pas. S'il érode, ainsi que l'admet « Le système glaciaire des Alpes », comme il a suivi le dépôt de la haute terrasse d'Aarau et de Brugg, sa moraine de fond dans la vallée doit se trouver à un niveau inférieur à la haute terrasse; or on n'a jamais observé de moraine de fond à un niveau inférieur à la haute terrasse dans cette région, si ce n'est à la base de la basse terrasse. Et puis, peut-on concevoir que l'avant-dernier glacier ait déposé sa moraine de fond à la Beznau de

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 465.
[2]) Id., p. 495 et 496.
[3]) Id., p. 446.

telle façon que la basse terrasse pût la recouvrir, comme l'admet *Brückner*, alors que plus à l'aval, vers Mölin ou plus à l'amont vers Aarau ou Birmensdorf ce ne serait plus le cas? Pour avoir admis le synchronisme de la moraine et des alluvions, *Brückner* ne peut concevoir que les blocs de la base de la basse terrasse d'Aarau appartiennent à l'avant-dernière glaciation; pour lui, ils appartiennent à la glaciation de Würm. Mais nous voilà dès lors obligés d'admettre que l'avant-dernier glacier qui a affouillé la haute terrasse d'Aarau jusqu'à sa base, n'a pu le faire plus profondément et que de plus la moraine de fond de l'avant-dernière glaciation dans la bande de terrain recouverte par la basse terrasse a disparu totalement, à l'exception du lambeau de la Beznau.

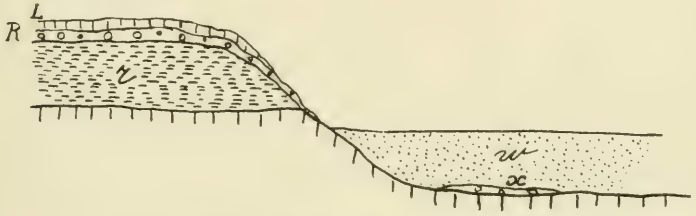


Fig. 2.[1]) **Profil schématique, voisinage d'Aarau.**

J'avoue ne pouvoir partager cette manière de voir et au contraire considérer tout lambeau de moraine de fond existant à la base de la basse terrasse comme appartenant à la glaciation de Riss; pour moi x est la continuation de R sous la basse terrasse. (Fig. 2.) L'absence de couche d'oxidation un peu épaisse à la surface de tous les affleurements de moraine de fond surmontée par la basse terrasse s'explique très facilement quand on songe que ces dépôts, de par leur situation au fond du talweg de la vallée, ont été énergiquement affouillés par la rivière de la basse terrasse; de plus, les lambeaux qui ont subsisté ont dû, peu après le retrait du glacier, être recouverts par les alluvions de la basse terrasse et être ainsi soustraits à l'action des agents atmosphériques. La moraine qui, au contraire, avait été déposée plus haut dans la vallée, sur la haute terrasse ou plus haut encore n'avait rien à craindre de la rivière et a pu, dans la suite

[1]) La roche en place est indiquée, dans chaque profil, par des stries perpendiculaires à la surface d'érosion.

des siècles, être oxidée et décalcifiée sur une grande épaisseur et se couvrir d'une couche de löss. (L) Celle de la Beznau située beaucoup plus loin des Alpes que les autres sera restée plus longtemps à découvert et aura pu être oxidée sur une certaine épaisseur. Ainsi, malgré les quelques vingt mille ans écoulés depuis le retrait du dernier glacier, la Sarine et l'Aar n'ont pu pousser leurs alluvions que jusqu'au voisinage de Büren, dans la vallée Broye-Aar, soit sur une distance de 25 km. en aval d'Aarberg; or la Beznau est à environ 80 km. plus vers l'aval.

On observe bien, dans les vallées de la Salzach et de l'Inn une moraine de fond à la base de la basse terrasse[1]), mais comme on la rencontre toujours dans la zone intramorainique de la dernière glaciation, *A. Penck* et *Ed. Brückner* ont cru pouvoir expliquer alluvions intramorainiques et moraine sousjacente par l'oscillation interstadiaire de Laufen. Cela leur était d'autant plus facile que dans ces deux bassins les moraines de l'avant-dernière glaciation ne s'étendent que peu en avant de celles du dernier glacier et que pour cette raison le problème ne se posait pas de même façon. De la moraine intramorainique sousjacente de Laufen jusqu'à la moraine terminale de Würm située vers l'aval il y a 15 km. et 19 km. jusqu'à la moraine terminale de Riss située de même vers l'aval; tandis que de la moraine de la Beznau jusqu'aux moraines de Wangen vers l'amont il y a 50 km. et 20 km. jusqu'à celles de Villmergen situées de même vers l'amont.

Basse terrasse. Un deuxième grand phénomène en désaccord avec la théorie de Penck et Brückner dans le bassin glaciaire du Rhône est la présence dans la zone intramorainique de Würm de grandes nappes d'alluvions, continuation de la basse terrasse et semblables à celles que ces auteurs citent dans les vallées de la Salzach et de l'Inn. Or, tandis que dans les bassins glaciaires des Alpes orientales il n'est possible de suivre ces alluvions que sur une dizaine de kilomètres au plus dans la région en amont des moraines terminales de l'Iller et du Lech et sur 30 à 35 kilomètres en amont des moraines terminales de l'Inn et de la Salzach, on peut les suivre sur près de 100 kilomètres en amont des moraines terminales de Wangen par les vallées de l'Aar et de la Sarine jusque dans la Gruyère. On peut les suivre sur une longueur plus grande encore par les vallées de l'Isère

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, profils 25 et 29.

et du Rhône jusque dans la région du Léman. Dans la région du bras rhénan du glacier du Rhône, j'ai pu suivre ces alluvions par Wangen, Soleure, la région de Lyss et d'Aarberg, Fräschels, Kerzers, Biberen, Düdingen, Fribourg et la Gruyère jusqu'au voisinage de Montbovon [1]). Or, j'avoue que pour moi des alluvions que l'on peut suivre sur une aussi grande distance en amont des moraines terminales de la dernière glaciation jusqu'à l'intérieur des Alpes et cela toujours avec la même pente et les mêmes caractères, que des alluvions semblables, dis-je, ne peuvent être d'origine glaciaire à moins que l'on ne considère comme époque glaciaire l'époque actuelle, parce qu'au haut des vallées actuelles existent de petits glaciers.

Je dois cependant ajouter que dans un récent travail, un élève de Brückner, *F. Nussbaum* cherche à expliquer différemment ces dépôts d'alluvions, et plus spécialement ceux de Kerzers [2]) à Wangen. Je cite textuellement d'après la publication de *Nussbaum*, *Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes*, p. 36. . . . «Nach orographischen und petrographischen Verhältnissen zu schliessen, hatten sich die Gletscher nach dem Maximum der Würm-Eiszeit weit zurückgezogen, der Rhonegletscher etwa bis Moudon und in das Neuenburgerseebecken, aber doch nicht bis ins Becken des Genfersees, wie Aeberhardt, meint [3]), der Aregletscher etwa bis Bern. Von beiden Gletschern brachten die Schmelzwässer Schottermaterial und schütteten ausgedehnte Sandr auf. Die Bäche des Rhonegletschers flossen in der Seetalfurche nach Nordosten . . . Darauf folgte ein erneuerter Vorstoss, in welchem diese Schotter mit Moränen bedeckt wurden. . . »

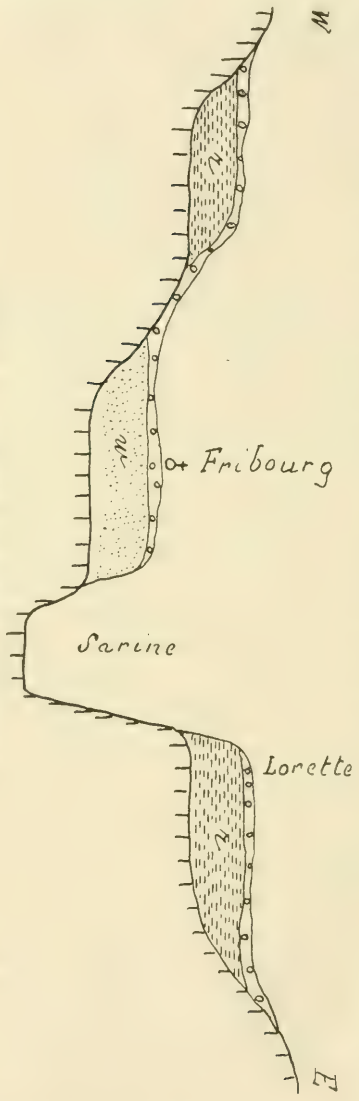
Ainsi pour *Nussbaum*, à la suite du dépôt des grandes moraines de Wangen, le glacier du Rhône, pour ne nous occuper que de celui-là, se serait retiré jusque dans la région de

[1]) *B. Aeberhardt.* Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions intramorainiques de la Suisse occidentale. Eclog. geol. Helv. 1908. Voir aussi de *F. Nussbaum.* Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes.

[2]) Les dépôts des environs de Faoug et d'Avenche que je cite dans ma „Note sur le quaternaire du Seeland" sont bien des formations morainiques, comme le fait remarquer *F. Nussbaum* et comme je l'ai constaté depuis; ils gisent d'ailleurs en dehors de la vallée de la basse terrasse de la Sarine, la seule rivière assez importante qui dans la région, avec l'Aar, ait pu déposer de grandes nappes d'alluvions.

[3]) Voir *B. Aeberhardt*, Note sur le quaternaire du Seeland, p. 13, et Les gorges de la Suze, remarque, p. 5.

Moudon et de Neuchâtel, aurait déposé les alluvions de Kerzers vers l'aval puis serait venu réoccuper la région avant de se retirer définitivement. A cela je répondrai que l'on a oublié la présence des lacs de Morat et de Neuchâtel qui devaient sûrement exister à la suite de la grande extension du dernier glacier; or Moudon se trouve en amont du lac de Morat et les alluvions en question en aval.



Prof. 3. Vallée de la Sarine à Fribourg.

Dans une conférence ultérieure ayant pour objet la discussion des opinions émises par moi sur les formations quaternaires, du Seeland, *Nussbaum* cite comme étant en opposition avec ma manière de voir quantité de sablières où il a découvert quelques cailloux striés et l'un ou l'autre bloc anguleux de quelques décimètres cubes, dans la masse des alluvions, semblables à ceux de la basse terrasse de Bâle. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle, à la suite de *Penck* et *Brückner* on considère les terrasses d'alluvions comme des dépôts fluvio-glaciaires. Cependant, la présence de ces matériaux appartenant à la moraine de fond ou à la moraine superficielle ne devrait pas étonner dans des alluvions recouvrant une moraine de fond ou surplombées par des ravins molassiques recouverts de moraine de fond. Ces matériaux morainiques ont été incorporés à la terrasse soit par la grande rivière elle-même, soit par de petits affluents amenant à la grande

vallée les matériaux de la région avoisinante recouverte de moraine de fond. Il aura suffi que ces matériaux n'aient pas été roulés sur un grand parcours avant de s'arrêter, ce que l'on peut parfaitement admettre, puisque *Kissling* a découvert dans les alluvions des environs de Berne des galets marneux, preuve que tous les matériaux ne parcourent pas nécessairement de grandes distances avant de s'arrêter. D'ailleurs, il me semble que la continuité d'une terrasse d'alluvions valléculaires jusqu'à l'intérieur des Alpes parle plus en faveur de l'origine fluviale de ces formations que la présence de quelques rares galets striés ne parle en faveur de leur origine fluvioglaciaire.

Dans la région de Fribourg, (Fig. 3) les alluvions de la basse terrasse sont très bien développées, et cependant on est ici à près de 70 km. de la moraine terminale de Wangen. Elles ont une épaisseur de plus de 25 m. et sont recouvertes par une épaisse couche de moraine de fond. Elles correspondraient donc aux dépôts de l'oscillation interstadiaire de Laufen, de la vallée de la Salzach et de la région de l'Inn. On peut la poursuivre sur 10 kilomètres en amont de Fribourg. Elle cesse dans la région de Pont la ville où la Sarine coupe les couches de poudingue par une gorge assez étroite pour qu'aucun dépôt ait pu y subsister s'il en a jamais existé. Mais dès que la vallée s'élargit à nouveau, on voit reparaître exactement au même niveau des alluvions puissantes de plus de 20 m. où elles n'ont pas été enlevées en partie. Sur plus de 20 kilomètres, de la région de Hauteville, dans la basse Gruyère, jusqu'à Montbovon on peut suivre ces formations. Il n'y a certainement aucune raison qui puisse faire supposer que les alluvions de Düdingen, de Fribourg et de Corpateaux ne soient pas la continuation de celles d'Hauteville, Broc, Neirivue et Montbovon. Elles sont interrompues sur une distance de moins de 10 km. de Corpateaux à Hauteville; mais leur situation par rapport au talweg de la Sarine actuelle laisse parfaitement supposer que les unes et les autres ne forment qu'un même dépôt valléculaire. Leur surface se trouve à 711 m. à Hauteville, soit à 68 m. au-dessus de la Sarine, alors qu'à Corpateaux leur surface supérieure se trouve par 655—660 m., soit à 65 m. au-dessus du lit actuel de la Sarine. De Düdingen à Corpateaux elles sont constamment surmontées par la moraine

de fond de la dernière glaciation. Dans la basse Gruyère elle sont recouvertes par de la moraine vers Villardvolard tandis que plus en amont, comme je l'ai déjà fait remarquer ailleurs,[1]) elles en sont dépourvues, la Sarine ayant créé 3 ou 4 terrasses d'érosion dans la masse des alluvions et ayant fait disparaître les couches supérieures. En certains endroits les alluvions sont très régulièrement litées; en d'autres, par contre, elles le sont bien moins par suite probablement de l'apport de matériaux par les cônes d'éboulis.

Ce qu'il est intéressant de noter ici, c'est la présence d'alluvions bien développées en pleine vallée alpine, c'est-à-dire dans la région qui au dire des auteurs du «Systeme glacière des Alpes» a dû être énergiquement affouillée, par le glacier. La seule vallée des Alpes orientales qui présente le même phénomène est celle de l'Inn avec sa grande terrasse. Penck et Brückner ne pouvant admettre que ces alluvions sont la continuation vers l'amont de celles de Rosenheim, suite de la basse terrasse (oscillation interstadiaire de Laufen), ils expliquent la genèse de la terrasse de l'Inn, en supposant l'existence d'un double barrage de la vallée par les glaciers du Zillertal et de l'Oetztal, à l'époque de l'oscillation d'Aachen, laquelle précède immédiatement la poussée de Bühl. Entre ce double barrage se déposaient les alluvions de l'Oetztal et celles du Stubaital. Je me garderai bien de discuter de choses que je ne connais pas; par contre je ferai remarquer que l'on a dans la Gruyère, sur plus de 10 kilomètres à l'intérieur des Alpes des alluvions qui certainement avaient une grande épaisseur, à en juger par ce qu'il en reste. Or, on ne peut ici comme on l'a fait pour la terrasse de l'Inn invoquer un barrage quelconque de la vallée de la Sarine par des glaciers latéraux, d'autant plus qu'on observe les alluvions non seulement dans la vallée longitudinale très large de Montbovon à Grandvillard, mais même dans la partie transversale plus étroite de la vallée, de Grandvillard à Broc. Elles se poursuivent, comme nous l'avons dit, par la région de Fribourg, le Seeland, la région de Soleure et la basse terrasse de Wangen sur 100 kilomètres avec une

[1]) *B. Aeberhardt*, Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions intramoraniques de la Suisse occidentale, dans Eclogae geol. Helv. 1908.

interruption de 15 km entre Wangen et Lüsslingen, de 5 km entre Kerzers et Biberen, de 11 km entre Biberen et Düdingen et de 10 km entre Corpateaux et Hauteville; soit 40 kilometres. Des recherches ultérieures amèneront encore certainement une réduction de ces chiffres. Une autre vallée alpine du versant nord présentant encore une terrasse d'alluvions est celle de l'Isère.[1]) Pour *Penck*, cette terrasse est semblable à celle de l'Inn.

Trois vallées du nord des Alpes présentent ainsi une terrasse d'alluvions dans le corps même de la montagne: celles de l'Inn, de la Sarine et de l'Isère. La terrasse de l'Inn n'a été observée qu'en amont des moraines terminales de la phase de Bühl[2]) vers Kufstein; elle est distante de plus de 30 kilomètres de la terrasse de Rosenheim. La terasse de la Sarine commence en aval des moraines de la phase de Bühl près des Moulins et se continue, sans grandes interruptions, sur près de 100 kilomètres par la basse terrasse de Wangen. La terrasse de l'Isère se trouve, elle aussi, en aval des moraines de la phase de Bühl. Des trois vallées, celle qui permettrait, à mon avis, d'arriver à l'explication la plus plausible de ces formations est celle de la Sarine, parce que le glacier qui l'a parcourue autrefois ne pouvait avoir l'importance de ceux de l'Inn ou de l'Isère et que le travail de déblaiement de la vallée s'est fait sur une moindre échelle.

Pour *Nussbaum*,[3]) les alluvions de la Gruyère ont été déposées par le glacier de la Sarine lors de la phase de Bühl dont les moraines terminales se trouvent en amont, entre Les Moulins et Gessenay. Elles correspondraient donc aux alluvions de Murnau[4]) en amont du lac d'Ammer. Or je ne crois pas pouvoir accepter l'opinion de *Nussbaum* pour les raisons suivantes:

1° elles sont recouvertes par les moraines de Villardvolard[5]) qui, suivant Nussbaum lui-même, sont plus vieilles que celles de la phase de Bühl;

---

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 688 et suivantes.

[2]) Id. voir fig. 60, p. 340.

[3]) *F. Nussbaum*, Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes, voir la carte et pag. 62.

[4]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 337.

[5]) *Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes*, p. 44.

2° on peut les suivre sans interruption de Montbovon à Hauteville dans toute la Gruyère sur plus de 20 km et après une interruption de moins de 10 km, on les retrouve dans la région de Corpateaux à la même altitude au-dessus du lit actuel de la rivière et recouverte par une épaisse couche morainique.

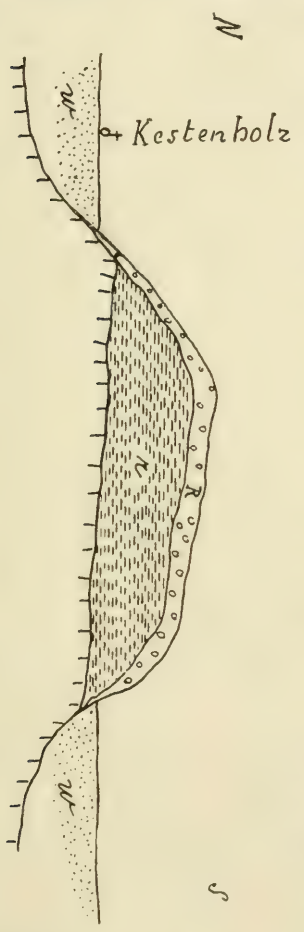
3° En quantité d'endroits de la Gruyère, on observe des fractions épigénétiques de la vallée de la Sarine que l'on ne pourrait expliquer si l'on admettait, avec *Nussbaum*, que les alluvions de la région ont été déposées pendant une des dernières phases de retrait du dernier glacier car, alors, à quel moment, et pour quelle raison la Sarine (voir fig. 8) après avoir ainsi coulé en *w* et déposé les alluvions aurait-elle abandonné son lit primitif pour couler en *x*. Ces fractions épigénétiques de la vallée laissent supposer que les alluvions étaient plus puissantes autrefois, donc que les terrasses actuelles ne sont que des terrasses d'érosion creusées dans la masse des alluvions, raison pour laquelle la couverture morainique a presque complètement disparu de leur surface, alors que plus en aval, de Corpateaux à Wangen, on la trouve constamment recouvrant les alluvions.

4° Si la conception de *Nussbaum* était juste, on ne pourrait paralléliser les alluvions de la Gruyère avec celles de Corpateaux plus à l'aval; comment expliquerait-on alors que la Sarine ait pu alluvionner jusqu'à 65 m au-dessus de son lit actuel dans toute la Gruyère sans qu'on trouvât plus à l'aval d'équivalent à ces dépôts.

5° Il y a, d'ailleurs, pour admettre que ces alluvions sont bien la continuation vers l'amont de la basse terrasse, le fait qu'il est possible de suivre un deuxième niveau d'alluvions correspondant à la haute terrasse, et cela de Brugg dans le canton d'Argovie jusqu'en Gruyère, sur une distance plus grande encore.

Haute terrasse. Comme nous l'avons déjà vu précédemment, la haute terrasse, dans le domaine glaciaire des Alpes orientales n'a été observée nulle part à une grande distance à l'intérieur des moraines terminales. Elle s'avance à 4 ou 5 km sous les anciennes moraines de Legau dans la vallée de l'Iller et la haute terrasse d'Augsbourg, à quelques kilomètres sous les anciennes moraines de la région du Lech. Pour ce qui

concerne les bassins glaciaires de l'Inn et de la Salzach, il est curieux de constater que les alluvions de la haute terrasse n'existent pas dans la zone d'érosion intramorainique, alors qu'elles s'avancent très au sud, du coté des Alpes dans les vallées voisines de l'Alz et de la Mattig, qui n'ont pas eu à subir d'érosion de la part du glacier. Faut-il admettre qu'elles ont été déposées dans toutes les vallées et que les glaciers qui les ont affouillées les ont fait disparaître jusqu'aux derniers vestiges, ne permettant d'exister qu'à celles situées en dehors de leur atteinte, ou faut-il admettre que la haute terrasse s'est formée sur tout le pourtour en fer à cheval des moraines de Riss, comblant donc les vallées de l'Alz et de la Mattig? Ce que j'ai vu dans le bassin glaciaire du Rhône fait que je trancherais la question en faveur de la première alternative.

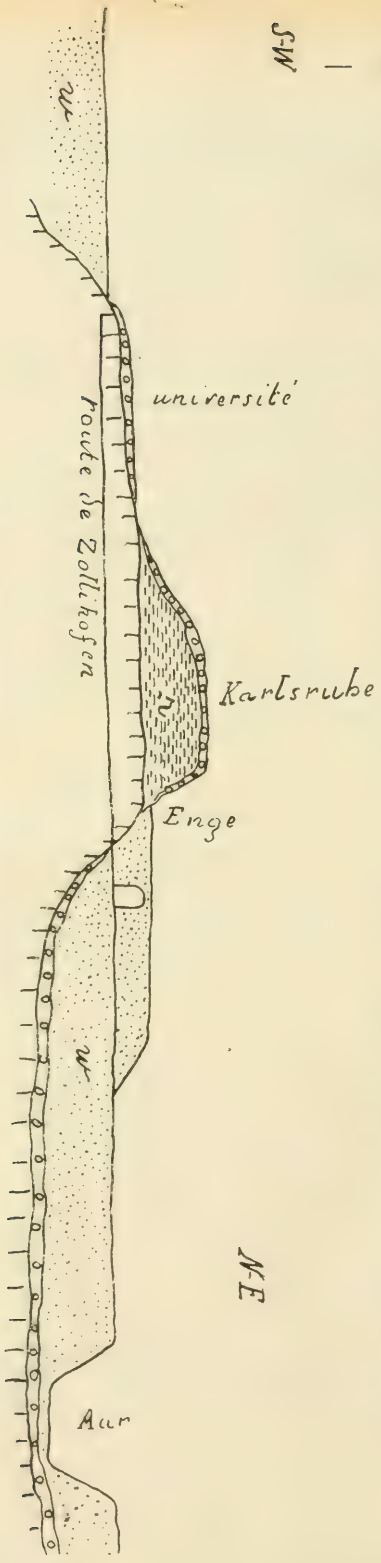


Prof. 4. Colline de Bannwil.

Quoiqu'il en soit, un fait est certain, c'est que l'on ne rencontre rien dans les Alpes orientales qui puisse être comparé à la haute terrasse telle que je l'ai décrite à diverses reprises dans la zone intramorainique des vallées de l'Aar, de la Sarine et du Rhône.

Comme à diverses reprises j'ai déjà cité la colline de Bannwil [1]) dans le Gäu soleurois comme étant la continuation vers l'amont de la haute terrasse d'Aarau, je me contente d'en donner ici une coupe. (Prof. 4.)

[1]) *B. Aeberhardt*, Sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale, communication à la société helv. des sc. nat. Fribourg, 1907 et Eclogae geologicae Helvetiae. 1908.



Prof. 5. Vallée de l'Aar au voisinage de Berne.

Je n'ajouterai rien non plus à ce que j'ai déjà dit sur la haute terrasse dans le Seeland, si ce n'est qu'en cherchant à nouveau dans la masse des alluvions on y a découvert quelques rares galets provenant du Valais; mon collègue *Nussbaum* dit en avoir trouvé deux dans une gravière au sommet du Buttenberg et je crois en avoir reconnus aussi deux ou trois dans la gravière du Berghof non loin d'Arch. Ils proviennent probablement d'une moraine de fond d'une glaciation antérieure; dans tous les cas je ne croirai jamais qu'ils puissent servir de preuve à l'appui d'une théorie qui ferait découler ces alluvions du glacier du Rhône.

Je m'étendrai par contre un peu plus sur les environs de Berne ou l'on observe de même deux niveau d'alluvions.

Quand du quartier de la gare à Berne on se rend à Zollikofen par la Route de l'Enge, on observe d'abord sur sa gauche la colline molassique recouverte d'une mince couche morainique et sur laquelle sont construits l'université, l'observatoire et une partie du quartier de la Länggasse. La molasse pointe au bord de la route, tout à côté de l'université et un peu partout au voisinage à l'altitude de 550—560 m. Dans la

région du parc au cerfs, la route est surplombée à gauche par une paroi molassique. A sa surface, soit à une altitude de 560 m on observe une couche d'alluvions d'un mètre, recouverte par la moraine. Or, de l'autre côté de la colline, au lieu dit Karlsruhe (582 m) on aperçoit, sous la moraine, 20 mètres d'alluvions qui sont certainement la continuation vers le N. de celles que l'on observe au bord de la route car, si l'on n'y peut constater le contact direct entre les alluvions et la molasse, on peut cependant suivre la molasse assez haut au-dessus du lit de la rivière pour qu'on puisse admettre que les alluvions reposent aussi ici par 560 m. sur la roche en place. C'est aussi à ce niveau qu'appartiendraient les alluvions des gravières de Neubrücke. On retrouve ces alluvions plus en amont dans l'ancienne vallée de la Sarine qu'est la région de «Im Forst» et plus en aval, de l'autre côté de l'Aar dans une région allant de la rivière par Ortschwaben, Graben, à Münchenbuchsee. Un peu plus loin que l'affleurement du bord de la route de l'Enge, on arrive au tunnel qui conduit à l'usine de Felsenau ; or, ce tunnel a été creusé dans des alluvions dont la surface supérieure se trouve par environ 560 m. et la base par 525 m., respectivement 515 m. à Reichenbach et ces alluvions on les retrouve un peu partout au voisinage de Berne: aux environs de Bumplitz comme dans la partie ouest de la forêt de Bremgarten, dans la région du Beudenfeld comme au passage à niveau de la route de Worblaufen, à Reichenbach, Bremgarten, Herrenschwanden etc. On peut observer un peut partout, à la base de ces dernières des restes de moraine de fond, soit à Reichenbach où existe un gros bloc erratique de Granit de Gasteren, soit sur la terrasse d'érosion vis-à-vis de la fabrique de Felsenau où, sur un socle molassique de quelques mètres, repose de la moraine de fond, soit dans la région de la fabrique de Felsenau.

On a donc aux environs de Berne 2 niveaux d'alluvions: un niveau supérieur correspondant à la haute terrasse dont la base se trouve par 560 m. et la surface par 585 m., et un niveau inférieur dont la base se trouve par 515—525 m. et la surface par 560 m. soit à peu près au niveau de la base de la haute terrasse, raison pour laquelle il est assez difficile de distinguer les deux niveaux. La rivière a donc, avant de déposer les allu-

vions de la basse terrasse, creusé dans la haute terrasse, une vallée profonde de 60 à 70 mètres (585 m., surface de la haute terrasse, moins 515 – 525 m., base de la basse terrasse) ne laissant subsister de la haute terrasse que l'ilot de Karlsruhe. La région molassique des grands remparts sur laquelle est construite l'université ne serait pas autre chose que l'ancien thalweg de ce lambeau de haute terrasse débarrassé de sa couverture d'alluvions.

Les affleurements des environs de Fribourg sont encore plus intéressants que ceux de Berne et comme ils seront la base sur laquelle je ferai reposer une bonne partie de mon argumentation je me permets de m'y arrêter plus longtemps. (Voir fig. 3).

Tout le quartier de la cathédrale à Fribourg est construit sur un socle molassique à une altitude d'environ 585 m.; c'est ce socle molassique qui sert d'assise aux piliers du grand pont suspendu; dans cette molasse, la Sarine s'est creusé un lit de 250 m. de large et de 40 m. de haut. La rue de Lausanne, au contraire, est construite sur le ravin en pente des alluvions inférieures puissantes de 20—25 m. La nouvelle rue de la vue des Alpes est construite directement sur ces alluvions qui sont d'ailleurs aussi prises en écharpe par la route allant du quartier de la Neuveville à la gare. On constate le contact de la molasse avec les alluvions dans la gravière à la porte de Morat, à l'extrêmité orientale du grand pont, dans la gravière sur la route de la Neuveville à la gare, etc. La rue qui va de la gare aux Charmettes se trouve à la surface même des alluvions inférieures; il est vrai qu'elles sont recouvertes d'une puissante couche morainique. Les alluvions sont exploitées dans la gravière de la porte de Morat, puis dans deux gravières non loin de la tête orientale du grand pont; dans celles qui se trouvent au bord de la route qui va de la Neuveville à la gare et non loin des Charmettes. Le ravin molassique de l'ancienne vallée contre lequel s'appuient les alluvions est visible à côté de la vieille tour, non loin du grand pont. La tranchée de la voie ferrée derrière le nouveau cimetière traverse aussi les alluvions.

Les alluvions du niveau supérieur gisent par 645 m. On peut les étudier dans la grande sablière de Lorette et dans le

ravin de la Sarine, non loin de l'ancien mur d'enceinte, vers la chapelle. Les alluvions reposent directement sur la molasse. Elles ne doivent pas occuper ici un grand espace, car le ravin molassique qui les surplombe apparaît sur la route de Bourguillon à Römerwil, ainsi qu'un peu plus au sud, à la Schürra. Le gisement de la rive gauche de la Sarine est plus important; il a pour limite, du côté de la Sarine, la ligne du chemin de fer Fribourg-Romont, et du côté du N-W, une ligne allant à peu près de Courmanon par la Vignetta à l'ancien cimetière. Les alluvions sont à jour dans la grande sablière au bord de la voie ferrée et non loin de la ciblerie des Grangettes où elles apparaissent recouvertes par la moraine. La molasse surplombant les alluvions est exploitée dans le quartier de Beauregard.

Nulle part les conditions ne sont aussi favorables pour l'étude de ces deux niveaux d'alluvions intramorainiques et pour cette raison les faits observés aux environs de Fribourg en particulier et dans la vallée de la Sarine en général seront appelés à jouer un rôle important dans l'élaboration de toute théorie cherchant à élucider l'histoire quaternaire des vallées alpines. On ne pourra pas dire des alluvions du niveau supérieur de Fribourg ce qu'on a dit de celles de la colline de Bannwil [1]) dans le Gäu soleurois, savoir: qu'elles étaient de la moraine remaniée de Würm, puisqu'elles se trouvent à 60 km. en arrière des moraines terminales de Wangen. On ne dira pas non plus de la haute terrasse de Fribourg ce qu'on pouvait à la rigueur admettre pour la haute terrasse de La Côte [2]) dans le canton de Vaud, c'est-à-dire qu'elle aurait été déposée sur les côtés du glacier par les eaux s'écoulant de ce dernier; le bassin du Léman a plusieurs kilomètres de largeur et on pourrait, à la rigueur, se figurer le glacier remplissant la cuvette lacustre et alluvionnant sur ses bords, à 175 m. au-dessus du niveau actuel du lac. A Fribourg, la chose ne serait possible qu'à la condition de concevoir un glacier de la Sarine s'étendant jusqu'à Fillistorf, sur plus de 40 km. en avant des Alpes et n'ayant comme largeur que la distance d'un ravin à l'autre de la Sarine, soit moins d'un kilomètre. On ne pourra dire non plus des alluvions du

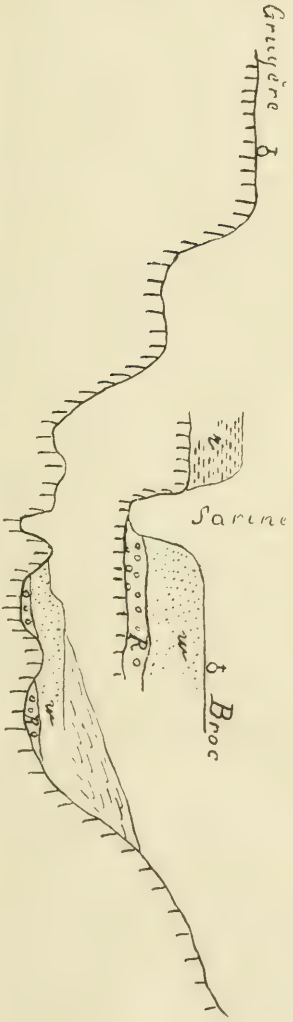
[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, carte, p. 496 et p. 553 et 554.
[2]) Id. p. 565.

niveau supérieur de Fribourg ce que l'on a encore ajouté de celles de La Côte[1]), savoir qu'elles se prolongeaient par celles du niveau inférieur des environs de Genève, donc qu'il n'existait qu'un niveau; ici, à Fribourg, elles sont bel et bien superposées. On ne pourra pas non plus admettre pour celles de Fribourg ce que l'on a dit de celles de Felsenau à Berne[2]) où l'on a cru n'observer qu'un seul niveau; comme aussi on ne pourra pas admettre qu'elles ne sont qu'un dépôt accidentel dont on ne doive pas tenir compte dans l'histoire de la vallée, puisqu'on peut les suivre sur des kilomètres. Enfin on ne pourra pas non plus arguer du fait qu'elles n'existent que dans la vallée de la Sarine, car, parce qu'elles sont bien développées aux environs de Fribourg, on doit admettre qu'on les retrouvera plus vers l'aval et dès lors, ce m'est une preuve que mes observations au voisinage de Berne, dans le Seeland et la Haute Argovie comme aussi dans le bassin du Léman où partout j'ai retrouvé les deux niveaux d'alluvions, que mes observations antérieures dis-je, sont justes.

Seuils rocheux (Riegel, Riegelberge). Une partie et non des moins importantes de la théorie du «Système glaciaire des Alpes» est celle qui cherche à expliquer l'existence des seuils rocheux barrant en différents endroits les vallées alpines ou l'origine de ces collines allongées se dressant au milieu de la vallée. Pour *A. Penck* et *Ed. Brückner*, les uns et les autres sont le résultat de l'action érosive des glaciers[3]). Les seuils rocheux, par exemple, auraient été formés dans la vallée de l'Inn[4]) aux endroits où l'action érosive du glacier était diminuée par le fait qu'une partie de la masse du glacier s'écoulait par le col d'une vallée latérale et diminuait d'autant la force érosive du glacier principal. Ailleurs, ce n'est pas une diminution de la force érosive du glacier, mais bien une augmentation de cette dernière qui serait la cause primordiale de la création d'un seuil rocheux; c'est en partie de cette façon, par exemple, que *Brückner*[5]) explique celui du Kirchet. Quant aux col-

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 564, remarque 5.
[2]) *A. Baltzer*, Beiträge z. geol. K. d. Schweiz, XXX. p. 85.
[3]) *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 303, 304, 621, 622, 623.
[4]) Id. p. 303.
[5]) Id., p. 621.

lines isolées (Riegelberge), les unes seraient dues à l'érosion sélective sous-glaciaire [1]), les autres, à l'érosion de torrents glaciaires sourdant à l'extrêmité d'un glacier d'une phase de retrait et cela au voisinage d'un seuil rocheux.[2])



Pof. 6. Vallée de la Sarine près de Gruyère.

Je m'abstiendrai de discuter ces théories; par contre je me permettrai de décrire ce que j'ai vu dans la Gruyère et d'en tirer les conclusions que cela comporte.

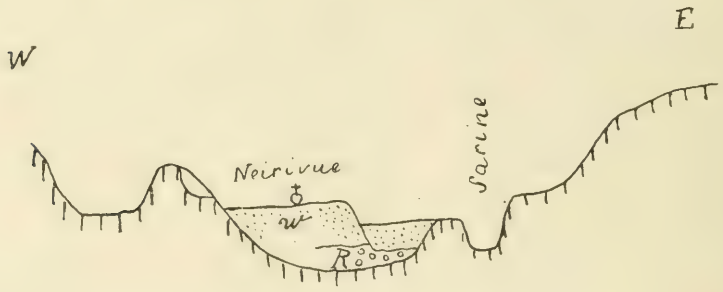
Je commencerai par le seuil rocheux sur lequel est bâtie la petite ville de Gruyère, seuil qui sépare le bassin de Bulle du bassin de Grandvillard; or en voici la coupe: (Fig 6).

Comme on le voit, le seuil rocheux n'est pas complet; ce n'est pas autre chose qu'un éperon rocheux s'avançant dans la vallée et présentant, outre plusieurs gradins dont deux au moins semblent correspondre à d'anciens thalwegs, la gorge épigénétique actuelle. Par contre, l'ancienne vallée ayant à sa base la moraine de fond de l'avant-dernière glaciation surmontée par les alluvions de la basse terrasse a été quelque peu rejetée sur la droite, probablement par suite du mouvement pendulaire de la rivière antérieure à la basse terrasse.

Les environs de Grandvillard

[1]) *Die Alpen im Eiszeitalter.* p. 304.
[2]) Id. p. 304.

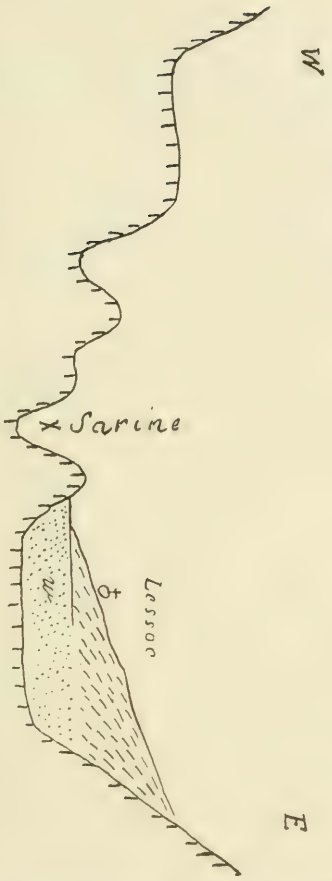
avec leurs collines allongées à l'altitude différente ainsi que les environs de Neirivue sont tout aussi curieux.



Prof. 7. **Vallée de la Sarine près de Neirivue.**

Ce qui dans le profil de Neirivue est intéressant, c'est d'abord la partie épigénétique actuelle du cours de la rivière, mais surtout et avant tout la colline à l'ouest (*W*) du village. Pour moi elle n'est pas autre chose qu'une portion de l'ancien socle rocheux ayant porté les alluvions de la haute terrasse et créée, par épigénie, dans la haute terrasse interglaciaire; si les alluvions de la haute terrasse n'existent plus dans le voisinage, on les retrouve 7 à 8 km, plus à l'aval, non loin du pont de Broc. La hauteur de la colline au-dessus de la basse terrasse de Neirivue, sa forme allongée, sa position le long de la rive gauche de la vallée font que c'est ainsi que je me représente la genèse de cette colline longue de plus de 100 m. haute de 15 – 20 m. et large d'autant. On en trouve une toute semblable accompagnant la grande colline au sud de Grandvillard. La grande colline elle-même appartiendrait probablement au thalweg de l'ancienne vallée sur lequel reposaient les jeunes alluvions des plateaux de la colline de Morlon, il est vrai que les glaciers l'ont décoiffée de ses alluvions et affouillée.

D'autre portions épigénétiques de la vallée existent encore au voisinage de Lessoc (fig. 8). Celle qui se trouve tout à côté de la gare de Lessoc est curieuse; cette barre rocheuse qui sépare la Sarine de la vallée comblée par les alluvions de la basse terrasse a plus de 300 m. de long et surplombe la surface des alluvions de 7 à 8 m. Il suffirait qu'un agent, le glacier probablement fit disparaître les alluvions de Lessoc pour que l'on



Prof. 8. **Vallée de la Sarine près de Lessoc.**

obtînt une colline en tout semblable à celle qui existe à l'ouest de Neirivue.

Conclusions.

En résumé les faits anciennement ou nouvellement constatés dans le bassin glaciaire du Rhône et qui seraient en désaccord avec la théorie du «Système glaciaire des Alpes» seraient les suivants :

1° Existence d'une moraine de fond sous la basse terrasse, en dehors des moraines terminales de la glaciation de Würm.

2° Existence de la basse terrasse dans la zone intramorainique jusqu'à l'intérieur des Alpes, dans la vallée de la Sarine.

3° Existence de la haute terrasse dans la zone intramorainique de l'avant-dernière glaciation jusqu'à l'entrée des Alpes, dans la même vallée.

4° Présence dans la Gruyère de collines ayant appartenu probablement aux anciens thalwegs de la vallée et dont l'altitude correspondrait assez bien à celle des socles rocheux supportant les 3 terrasses d'alluvions de la basse Gruyère.

Ces faits exigent nécessairement une nouvelle conception de la genèse des terrasses d'alluvions quaternaires et comme ils laissent supposer que non seulement les périodes d'érosion de la vallée, mais même les périodes d'alluvionnement sont interglaciaires, ils allongent d'autant les périodes de l'époque quaternaire pendant lesquelles les glaciers ne sortaient pas des Alpes. Peut-être la présence du glacier n'a-t-elle été qu'un épisode gigantesque et répété il est vrai, mais de durée relative-

ment courte dans l'histoire quaternaire de la vallée. Dans tous les cas, je crois de plus en plus que le rôle principal dans la création de la vallée est dévolu à la rivière et non au glacier. Si le glacier a eu l'énormité de sa masse pour affouiller la vallée aux endroits favorables, la rivière elle, semble bien avoir eu le temps [1]) et le *trog* m'apparaît beaucoup plus comme l'effort de la rivière que comme celui du glacier, depuis les observations que j'ai pu faire dans le bassin glaciaire du Rhône. Ce sera le but de recherches ultérieures, de les compléter.

Bienne, janvier 1908.

---

[1]) Voir sur l'âge approximatif de la basse terrasse ou de l'époque quaternaire: *F. Mühlberg*, Der mutmassliche Zustand der Schweiz und ihrer Umgebung während der Eiszeit, p. 18 et *B. Aeberhardt*. Les gorges de la Suze, p. 28 à 30.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite der Sitzungs-Berichte	Seite der Abhandlungen
Jahresbericht 1906/07	III	
Jahresrechnung pro 1906	XXVII	
Kontroverse über den Doublettenverkauf . .	IX. XX. XXI.	
Mitgliederverzeichnis	XXII	
Aeberhardt, B., Dr. phil., Gymnasiallehrer in Biel		
Ueber die Schotter im Seeland . . .	IX	
Contribution à l'étude du système glaciaire alpin		257
Baltzer, A., Prof. Dr.		
Ueber die neue Theorie des Alpenaufbaues (Deckentheorie)	XXI	
Baumberger, E., Dr. phil., Sekundarlehrer Basel		
Die Eisenerze im Schweizerjura . . .		58
Beck, P., Sekundarlehrer in Wichtrach		
Der diluviale Bergsturz von St. Beatenberg .	XIII	
Dick, R., Dr. med. und Dozent		
Demonstration von Originalaquarellen zur Sammlung von Schweizerpflanzen v. Labram	XI	
Einstein, A., Dr. phil. und Dozent		
Ueber die Natur der Bewegungen mikroskopisch kleiner, in Flüssigkeiten suspendierter Teilchen	VII	
Fischer, E., Prof. Dr.		
Der Entwicklungsgang der Uredineen und die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreiche	VI	136
Lyginodendron, eine Mittelform zwischen Farmen- und Samenpflanzen aus der Steinkohlenzeit	VIII	
Gerber, Ed., Dr. phil. Seminarlehrer		
Ueber das Vorkommen von Rhät in den Zwischenbildungen des Lauterbrunnentales		68
Graf, J. H., Prof. Dr.		
Der grosse Basler Mathematiker Leonhard Euler bei Anlass der Feier seines 200. Geburtstages	VIII	

	Seite der Sitzungs-Berichte	Seite der Abhandlungen
Jakob Steiner von Utzenstorf als Mathematiker in Berlin, II. Teil	VIII	
Georg Joseph Sidler (1831—1907)		230
Gruner, P., Prof. Dr.		
Dämmerungserscheinungen und Alpenglühen, beobachtet in Bern im Jahre 1907		198
Huber, Robert, Dr. Phil., Gymnasiallehrer		
Die Verwertung des Luftstickstoffs für Industrie und Landwirtschaft	VI	
König, E., Dr. phil. und Dozent		
Demonstration einer Oel-Luftpumpe, System Geryk	V	
Die wichtigsten Messapparate des internationalen Bureaus für Mass und Gewicht in Sèvres bei Paris	V	
Prüfungsresultate betreffend ein elektrisches Widerstandsthermometer	XIX	217
Mitteilung über Längenänderung bei einer Präzisionsmire		226
Kraemer, H., Prof. Dr.		
Zur Lehre der Formenentstehung in der Haustierzucht	XII	
Kronecker, H., Prof. Dr.		
Neuere Forschungen über die Herzphysiologie	VI	
Künzli, Dr. Prof., in Solothurn		
Die Geologie des Weissensteintunnels	VIII	
Nussbaum, F., Dr. phil.		
Ueber die Schotter im Seeland (mit einer Kartenskizze)	IX	169
Pillichody, A., Adjunkt des eidgenössischen Oberforstinspektorates		
Ueber die Erscheinungen der Trockenperiode im Sommer und Herbst 1906 in den Bassins des Doubs	V	
Die Bergföhre auf den jurass. Torfmooren und ihre Verwendung bei der Aufforstung von Frostlöchern	XVI	

	Seite der Sitzungsberichte	Seite der Abhandlungen
Ries, Julius, Dr. med., Assistent		
Neue Anschauungen über die Natur der Astrosphären, sowie einiger anderer Befruchtungs- und Theilungsvorgänge	VI	42
Rytz, W., Dr. phil., Assistent		
Beiträge zur Kenntnis der Pilzflora des Kientales	VII	71
Schaffer, A., Prof. Dr.		
Neuerungen in künstlicher Butterfärbung .	VI	
Geheimmittel zur Vermehrung der Leuchtkraft des Petroleums	VIII	
Schenker, O., Eidgenössischer Beamter		
Neuere Kreisscharen am Dreieck (mit einer Tafel)		114
Schneider-Orelli, Mathilde, Dr. phil.		
Untersuchungen über das Auge von Anableps tetrophthalmus		87
Schneider-Orelli, O., Dr. phil.		
Ueber den Einfluss von Verwundungen auf die pflanzliche Atmung	VII	
Strasser, H., Prof. Dr.		
Ueber Neuronen und Neurofibrillen . .		1
Studer, Th., Prof. Dr.		
Schädel eines Hundes aus einer prähistorischen Wohnstätte der Hallstattzeit bei Karlstein, Amtsgericht Reichenhall	V	155
Stellung der Stosszähne und Behaarung des Mammuts	V	
Ueber das projektierte Denkmal von Lamarck	V	
Tschirch, A., Prof. Dr.		
Die Entwicklung der Arzneipflanzen — Abbildung von Kratenas bis auf unsere Zeit	IX	
Die Stammpflanze des chines. Rhabarber .	XI	

Verlag von K. J. WYSS in Bern.

(Fortsetzung von Seite 2 des Umschlags.)

Fascikel IV6: *Fauna helvetica.* Heft 9: Crustacea. Von Dr. J. Heuscher etc. 35 Seiten 8°. Preis Fr. 1.—

Fascikel V4: *Heraldik und Genealogie.* Bearbeitet von Jean Grellet und Maurice Tripet. Bern 1895. 68 Seiten 8°. Preis Fr. 1.50.

Fascikel V6 a–e: *Architektur, Plastik, Malerei.* Zusammengestellt von Dr. B. Haendcke. Bern 1892. 100 Seiten 8°. Preis Fr. 2.—

Fascikel V6e: *Leibesübungen.* Turnen, Fechten, Reiten, Wassersport etc. Zusammengestellt von Alois Landtwing. 165 Seiten 8°. Preis Fr. 3.—

Fascikel V9ab: *Landwirthschaft.* Zusammengestellt v. Prof. F. Anderegg u. Dr. E. Anderegg. Bern 1893. Heft 1—3. 258 S. 8° à Fr. 3.—
id. „ 4 „ —.60
id. „ 5 und 6 „ 2.—

Fascikel V9c: *Forstwesen, Jagd und Fischerei.* Forstwesen. Zusammengestellt durch das eidgen. Oberforstinspektorat. Bern 1894, 160 Seiten 8°. Preis Fr. 2.—

Fascikel V9c: *Forstwesen, Jagd und Fischerei.* Jagd. Zusammengestellt durch das eidgen. Oberforstinspektorat. 77 Seiten 8°. Preis Fr. 1.50

Fascikel V9c: *Forstwesen, Jagd und Fischerei.* Fischerei. Zusammengestellt durch das eidgen. Oberforstinspektorat. Bern 1898, 65 Seiten 8°. Preis Fr. 1.50

Fascikel V9d: *Schutzbauten.* Zusammengestellt durch das eidgen. Oberforstinspektorat. Bern 1895. 136 Seiten 8°. Preis Fr. 2.—

Fascikel V9f: *Gewerbe und Industrie.* Heft 1 Zusammengestellt von Ed. Boos-Jegher. 353 Seiten. Preis Fr. 4.—

Fascikel V9gβ: *Mass und Gewicht.* Bearbeitet von F. Ris, Direktor der eidgen. Eichstätte. Bern 1894. 36 Seiten 8°. Preis Fr. 1.—

Fascikel V9gγ: *Post- und Telegraphenwesen.*
Postwesen. Zusammengestellt von der Schweizer. Oberpost-Direktion.
Telegraphenwesen. Zusammengestellt von E. Abrezol, Inspektor der Central-Telegraphenverwaltung. Bern 1895. 113 Seiten 8°. Preis Fr. 2.—

Fascikel V9gε: *Bankwesen, Handelsstatistik, Versicherungswesen.* Zusammengestellt von W. Speiser, Basel, Dr. Geering und Dr. J. J. Kummer. Bern 1893. 207 Seiten 8°. Preis Fr. 3.—

Fascikel V9ge: *Auswanderungswesen.* Zusammengestellt von Dreifuss. 76 Seiten. Preis Fr. 1.50

Fascikel V9bβ: *Schweizerische Eisenbahn-Litteratur 1830-1901.* Mit Anhang: Verzeichniss der in der Eisenbahn-Aktensammlung (Bd. 1-8, neue Folge Bd. -115) abgedruckten Aktenstücke 1850-1899. Bearbeitet von Carl Sichler. Bern 1902. 539 Seiten. Preis Fr. 5.—

Fascikel V9j: *Alkohol- und Alkoholismus.* Zusammengestellt von Otto Lauterburg, Pfarrer in Neuenegg, E. W. Milliet, Direktor der eidgen. Alkoholverwaltung, und Antony Rochat, Pfarrer in Satigny. Bern 1895. 183 Seiten 8°. Preis Fr. 2.—

Fascikel V10eγ: *Die christkatholische Litteratur der Schweiz.* Zusammengestellt v. Dr. F. Lauchert. Bern 1893. 32 Seiten 8°. 60 Cts.

Fascikel V10eα: *Bibliographie der evangelisch-reformirten Kirche in der Schweiz.* Heft 1: Die deutschen Kantone. Zusammengestellt von Dr. G. Finsler. Preis Fr. 2.—

Fascikel V10e: *Die katholisch-theologische und kirchliche Litteratur des Bisthums Basel* vom Jahre 1750 bis 1893. Zusammengestellt von Pfr. Ludwig R. Schmidlin in Biberist. Heft 1 und 2 à Fr. 3.—

Verlag von K. J. WYSS in Bern.

Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz.

I. Band. Heft I: *Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über Rostpilze.* Von Prof. Dr. Ed. Fischer Fr. 4. —

I. Band. Heft II: *Die Farnkräuter der Schweiz.* Von Dr. Hermann Christ . . . . . Fr. 4. —

I. Band. Heft III: *Algues vertes de la Suisse. Pleurococoïdes-Chroolépoïdes.* Par E. Chodat . . Fr. 10. —

II. Band. Heft I: *Le «Boletus subtomentosus» de la région genevoise.* Par Ch. Ed. Martin . . Fr. 10. —

II. Band. Heft II: *Die Uredineen der Schweiz.* Von Prof. Dr. Ed. Fischer . . . . . Fr. 20.—

Graf, J. H., Prof., Dr. *Einleitung in die Theorie der Gammafunktion und der Euler'schen Intregrale.* Fr. 2.—

— — — *Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in bernischen Landen* vom Wiederaufblühen der Wissenschaften bis in die neuere Zeit. Heft 1—3. Fr. 7. 20

— — — *Leben und Wirken des Physikers und Geodäten Jaques Barthélmy Micheli du Crest* aus Genf, Staatsgefangener des alten Bern 1746—1766. Mit Porträt Micheli's, einer Ansicht seines Gefängnisses in Aarburg und Facsimile seines Panoramas der Alpen Fr. 3. —

— — *Das Leben und Wirken des Physikers und Astronomen Joh. Jac. Huber* aus Basel, 1733—1798. Mit dem Bildnisse Huber's und einer Tafel, seine freie Uhrhemmung darstellend . . . . Fr. 1. —

— — *Professor Dr. Rudolf Wolf, 1816—1893* » 1. —

— — *Professor Ludwig Schläfli. 1814—1895* . » 1. 20

— — *Der Briefwechsel zwischen Jakob Steiner und Ludwig Schläfli* . . . . . Fr. 3. —

— — *Die Exhumierung Jakob Steiner's* und Einweihung des Grabdenkmals Ludwig Schläfli's anlässlich des 100. Geburtstages Steiner's. Mit 2 Lichtdrucken Fr. 1. —

— — *Der Mathematiker Jakob Steiner von Utzenstorf.* Ein Lebensbild und zugleich eine Würdigung seiner Leistungen . . . . . Fr. 1. 50

— — *Wann beginnt das XX. Jahrhundert?* Vortrag. Fr. —.50

— — *Ueber Zahlenaberglauben, insbesondere die Zahl 13.* Akademischer Vortrag . . . . Fr. 1. —

— — *Einleitung in den Gebrauch des freien Integralweges bei bestimmten Integralen* . . . . Fr. 1.40

Graf J. H., Prof. Dr. und **Gubler Ed., Dr.** *Einleitung in die Theorie der Bessel'schen Funktionen.* 2 Hefte: Die Bessel'schen Funktionen erster und zweiter Art . . . . . à Fr. 4.—

Huber, G., Prof. Dr. *Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorite und Meteorschwärme* . . . . Fr. 1. —

Durch jede Buchhandlung zu beziehen.

3 2044 106 306 293